MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
MASS.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Vierter Band.

Abteilung Kiel.

Mit 1 Tafel und 226 Figuren im Text

Kiel und **Leipzig.**
Verlag von Lipsius & Tischer
1899.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.
Neue Folge. Vierter Band. Abteilung Kiel.

Inhalt.

Seite

Ueber ein Verfahren mit dem Planktonnetz oceanische Strömungen auszumessen. Von V. Hensen 1

Die Diatomeen der Kieler Bucht. Von George Karsten. Hierzu 219 Textfiguren . . 17

Untersuchungen über den Pflanzenwuchs in der östlichen Ostsee. Von J. Reinke . . . 207

Ueber den Stoffwechsel im Meere. Von K. Brandt. 213

Ueber die Eizahl bei *Pleuronectes platessa* und die Altersbestimmung dieser Form aus den Otolithen. Von Johannes Reibisch. Hierzu Tafel 1 231

Bemerkung zu vorstehender Arbeit. Von V. Hensen 249

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
MASS.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
MASS.

Ueber ein Verfahren

mit dem

Planktonnetz oceanische Strömungen auszumessen.

Von

V. Hensen.

In grossen Zügen kennen wir die Strömungen an der Oberfläche der Oceane voraussichtlich annähernd richtig. Wie aber sich der Strom in der Tiefe verhält, wie er an Ort und Stelle direkt auszumessen ist, scheint ein zur Stunde noch nur ungenügend gelöstes Problem zu sein.

Man unterscheidet verschiedene Arten von Strömungen; Gezeitenströme, bei denen wohl Unterströmungen nicht entstehen, Abkühlungs- und Verdunstungsströmungen, wo wegen fortdauernder Störung des Gleichgewichts das Wasser immer in derselben Richtung strömt, freilich nicht ohne einen Gegenstrom in der Tiefe hervorzurufen; Ströme, durch dauernd und gleichförmig wehende Winde entstanden. Zu diesen gehören die grossen oceanischen Strömungen. Man kann sie wohl als typisch bezeichnen; ich knüpfe daher an sie meine Betrachtungen an.

Die hauptsächlichste Schwierigkeit für die Messungen der Ströme besteht darin, dass man auf hoher See weder das Schiff festlegen noch an Landmarken sich über die Bewegung des Schiffs Aufschluss verschaffen kann. Man hat in Folge dessen durch Vergleich des astronomischen und des gegissten Bestecks die Strömungen und deren Stärke feststellen müssen. Da man diese Art von Beobachtungen reichlich gewann, konnte die Statistik dabei zu Hülfe geholt werden und daher sind die Strömungen wohl soweit genügend bekannt, wie das für die Schifffahrt, zu deren Gunsten diese Beobachtungen angestellt wurden, erforderlich erscheint. Auch durch Flaschenposten hat Einiges über die Strömungen festgestellt werden können, aber die Windwirkung auf die an der Oberfläche treibenden Körper und das Ueberbrechen der Wellen wirkt bei beiden Arten der Beobachtung sehr störend ein.

Für die Beobachtung der Unterströmungen diente bisher hauptsächlich die Stromboje von H. A. Meyer oder ein ähnlicher Apparat, ein an Boje und Seil hängender Körper, von kreuzförmigem Querschnitt, der vom Strom mitgeführt wird. Es entsteht dabei ein Wettstreit zwischen der Boje an der Oberfläche und dem unten hängenden Körper, daher lässt sich nicht viel mit dieser Einrichtung machen. Sigsbee hat die Flächen des oberen und unteren Körpers gleich gross gemacht, aber auch dann ist die Aussage des Apparats noch sehr verwickelt, seine Verwendung sehr unbequem, weil immer ein Boot ihn begleiten muss. Auf das neueste Verfahren[1]), den Strom bei verankertem Schiff zu messen, muss mit einigen Worten eingegangen werden. Zur genaueren Erforschung des Golfstroms wurde die schwierige, einen wohl sehr kostspieligen Apparat und viel seemännische Geschicklichkeit erfordernde Aufgabe, ein Schiff von 215 Reg. Tonnen in Tiefen von 1000 bis zu 2180 Faden zu verankern, gelöst. Dann wurde an dem Drahtseil des Ankers, das, wenigstens bei nicht allzu schlechtem Wetter, allein das Schiff hielt, der Apparat zur Bestimmung des Stroms auf Tiefen zwischen einigen bis 130 Faden, zuweilen noch tiefer, hinab gelassen. Dieser Apparat, „Pilsbury's Current-Meter" richtete sich mit Hilfe eines Flügels gegen den Strom, ein Geschwindigkeits-Messer drehte sich unter Wirkung der Strömung, seine Drehungen wurden auf ein Zählwerk im Wasser übertragen. Endlich war in dem Apparat eine Art Kompass angebracht, dessen Nadel kurz nachdem der Aufzug begann, mechanisch festgehalten wurde. Die Kompassnadel diente dann dazu, die Windrichtung, in der der Flügel bei der Fixirung der Nadel gestanden hatte, festzustellen. Auch in diesem Fall verdient die Energie und die Leistungsfähigkeit, mit der sich die amerikanische Marine den wissenschaftlichen Arbeiten zuwendet, die grösste Anerkennung.

Es ist nicht meine Aufgabe, den erzielten Gewinn näher zu würdigen, aber ich kann doch nicht die Bemerkung unterdrücken, dass mich die Resultate etwas befremden. Es findet sich sehr häufig, dass der Strom in etwas tieferen Schichten rascher ist, als an der Oberfläche, z. B. bei 3,5 Faden war er 1,39 Knoten, bei 15 Faden 1,58 Knoten (S. 574) und solche Beispiele finden sich zahlreich und regellos. Ebenso ist die Drehung

[1]) Pilsbury, Lieutenant U. S. Navy. The Gulf-Stream . . . U. S. Coast and geodetic Survey. 1890, Washington 1891 Appendix Nr. 10. Ein Referat giebt Knipping, Annalen der Hydrographie Jahrgang 24. 1896. S. 279.

der Strömungen in der Tiefe häufig und auffallend. So ebenda war oben der Strom WNW, in 65 Faden WSW und in 130 Faden S by W. (Nr. 21). Allerdings lagen diese Beobachtungen um mehrere Stunden Zeit auseinander und es wird nachgewiesen, dass die Gezeiten-Ströme bedeutenden Einfluss auf die Bewegung des Wasser gehabt haben. Dennoch verstehe ich weder, woher diese drehenden und treibenden Kräfte etwa abgeleitet werden könnten, noch wie sich dabei die Oberflächenströme, von deren Veränderung während der Beobachtungszeit wenigstens nichts gesagt wird, so haben bewegen können, da sie doch nothwendig von ihrer Unterlage abhängig sind; in den erstgenannten Fällen also in Wahrheit in der entgegengesetzten Richtung des Stroms von 15 Faden, der nicht Unterstrom war etwas haben laufen müssen, um jene Verringerung von 14 % der Strombewegung über dem Grund zu ergeben, die registrirt worden ist. In einem Flussbett kann nicht leicht das Tiefenwasser rascher strömen als das der Oberfläche. Es will mir scheinen, als wenn die Bewegung von tiefgreifenden Wellen unter solchen Verhältnissen sich sehr verändern müsste.

Mit gutem Erfolg ist das Ergebniss der Untersuchung von Temperatur und specifischem Gewicht des Tiefenwassers für die Erkennung der Herkunft desselben verwendet worden. Diese Methode zur Bestimmung der Tiefenströme ist eine sehr indirekte, und giebt nicht diejenige Auskunft die z. B. für die Erklärung der Vertheilung und der Verbreitung des Planktons wünschenswerth wäre.

Jeder Wissenszweig muss sich selbst den erforderlichen Apparat beschaffen, und darf nicht erwarten, dass andere Wissenschaften sich zu diesem Zweck besonders bemühen. So trete ich denn nicht aus dem von mir schon längere Zeit kultivirten Gebiet hinaus, wenn ich für den genannten Zweck ein entsprechendes Verfahren erfinde.

Dies Verfahren ist das Resultat der Beobachtungen, die auf der Planktonexpedition von Herrn Krümmel und mir gemacht wurden und die in den Ergebnissen der Expedition in Bd. I. c. von Krümmel nach seinen Winkelschätzungen und Temperaturbeobachtungen niedergelegt worden sind. Man findet dort S. 52 u. f. dass häufig der Winkel des Seils zu 20, 25, 30 ja einzelne Male bis 45 Grad gegen die Vertikale geschätzt werden konnte. Wenn die Angaben so grosser Abtriften auch Ausnahmen sind, so würden sie viel häufiger vorgekommen sein, wenn wir nicht dagegen an gearbeitet hätten. In sofern beruhen die nachfolgenden Arbeiten nicht mehr auf grauer Theorie, sondern sind Ausarbeitungen praktischer Erfahrungen. Auch die Verwendung des Log's zur Bestimmung der Abtrift kann kaum als theoretischer Vorschlag aufgefasst werden, soll es doch nur der Intention seines ersten Erfinders entsprechend, die Geschwindigkeit des Schiffs messen. Die Winkel werden voraussichtlich künftig genauer gemessen werden können, ich hatte mich darauf nicht vorbereitet. Dies ist der Grund gewesen, weshalb auf der genannten Expedition die Ausmessung des Stroms von uns nicht näher erwogen worden ist. Die vorausgehende genaue Ueberlegung solcher Dinge hat einen sehr grossen Antheil an dem Erfolg solcher Expeditionen. Sie wird zwar noch durch die Praxis Korrektionen zu erleiden haben, aber sie ist eine Arbeit, die für alle ferneren Expeditionen gemacht ist. Daher erscheint es mir gerechtfertigt, ihre Theorie für sich allein zu veröffentlichen.

Es scheint richtig zu sein bei der Darstellung von einer bestimmten Ansicht über den Strom auszugehen. Ich schliesse mich der Darstellung von Carpenter an[1]), nach der ein Strom durch Windstau sich so machen würde, wie es Fig. 1 zeigt. Wird also an das Ufer rechts dauernd viel Wasser hingetrieben, so muss, von der Verdunstung einmal abgesehen, ebensoviel Wasser an das Ufer links zurückfliessen, sonst würde rechts zunächst eine bedeutende Niveauerhöhung eintreten und dann der Strom ganz aufhören müssen, was nicht der Fall ist. Der Rückfluss nimmt seine Bahn vorwiegend in der Tiefe, weil er an der Oberfläche zu fliessen verhindert ist, und weil der Druck, dem das Wasser ausweicht, durch den Widerstand des Bodens bewirkt wird, daher diesem etwas näher seine Wirkung entfallten dürfte. Ich denke mir den aus diesen Verhältnissen resultirenden Strom so, als wenn er aus dem Strom wie ihn der Wind in unbegrenzter Wasserfläche etwa allein erzeugen würde, und andererseits aus dem entgegengesetzt, aber mehr in der Tiefe verlaufenden Strom, der bei plötzlichem Aufhören jenes Stroms die Wassermasse zurück zu schaffen hätte, resultiren würde. Dieser durch die mittlere Kurve Fig. 2 dargestellte Strom. (die beiden anderen Kurven zeigen die beiden erzeugenden Ströme an) geht Oben nach rechts, Unten nach links. Die Kurven sind so zu verstehen, dass alle Wassertheilchen, die sich zur Zeit 0 in der 0 Linie (der Abscisse) befinden, horizontal fortschwimmend zur Zeit 1 grade in die Linie der Kurve eingerückt sein würden.

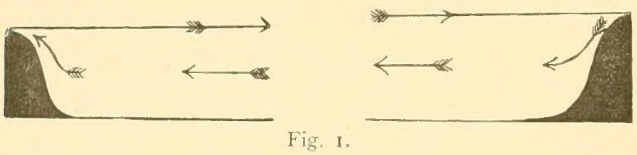


Fig. 1.

[1]) O. Krümmel, Handbuch der Oceanographie, Stuttgart 1887. Bd. II. S. 321.

Tiefen- und Oberflächenstrom fasse ich als zusammengehörig und einheitlich auf. Es können sich indess beide Stromesrichtungen kreuzen, dann verläuft die Kurve theilweise ausserhalb der Ebene des Papiers. Das wird geschehen können in Folge der Erdrotation, oder, wie es wohl bei dem Guineastrom zutreffen dürfte, wenn der Unterstrom seitlich ausweichen kann.

Im Allgemeinen liegen die Dinge bei solchen Strömungen etwas verwickelter, als man auf den ersten Blick glauben möchte. Das Schema Fig. 3 S. 6 wird das deutlich machen. Laufe das Rad vorwärts auf einer Scheibe die sich rückwärts bewege, darunter befinde sich feststehender Grund, die Erde; man kann dann verschiedene, in der Zeiteinheit durchlaufene, Längen unterscheiden. 1) die Strecke, welche das Rad sich über der Erde fortbewegt hat, A bis B. 2) die Entfernung des 0-Punktes der Scheibe, der bei D lag, von der Axe X des Rades, E bis F. 3) die Strecke, die das Rad durchlaufen haben würden, wenn es nicht immer wieder durch die Bewegung der Scheibe etwas rückwärts geführt worden wäre, x bis y. 4) die Strecke, die die Scheibe über den Grund gegangen ist, D bis E. 5) die Horizontalentfernung zwischen E und y, d. h. die Strecke, die zwischen Radaxe und Scheibe liegen würde, wenn das Rad sich unabhängig von der Scheibe hätte bewegen können.

Beim Strom liegen die Dinge ähnlich, nur sind sie verwickelter, weil sich im Ober- und Unterstrom eine Reihe verschiedener Geschwindigkeiten folgen.

Es legte sich mir die Frage nahe, ob man nicht mit Hilfe des Planktonnetzes und dem dafür von mir beschriebenen[1]) Apparat, das man frei in die Tiefe hinabsinken lässt, um es erst, wenn es entsprechend seiner Fallgeschwindigkeit die gewünschte Tiefe erreicht hat, anzuhalten, diese Strömungen bestimmen und messen könnte? Die Untersuchung ergiebt, dass diese Bestimmung namentlich dann leicht auszuführen ist, wenn Strom und Wind nicht genau in gleicher Richtung gehen. Gehe der Wind z. B., wie es die Fig. 4 S. 6 andeutet, in nordöstlicher, der Strom in südöstlicher Richtung, dann wird das Schiff in der Diagonale der beiden Kräfte treiben. Setzt man zu Anfang des Versuchs ein gewöhnliches Log und zugleich das Planktonnetz aus, so wird Folgendes eintreten. Das vom Wind kaum beeinflusste Log treibt in der Richtung des Stroms und steht nach Verlauf der Zeiteinheit bei Log′, das Netz treibt gleichfalls in der Richtung des Stroms, also steht es genau unter der Linie Log-Log′ aber in der Tiefe und es ist nicht so weit getrieben, als das Log, weil der Strom in der Tiefe langsamer geht als an der Oberfläche. Die Länge der Schnur, die vom Schiff zum Log′ geht, ist die Seite w des Paralellogramms, die

[1]) Ergebnisse der Plankton-Expedition Bd. Ib.

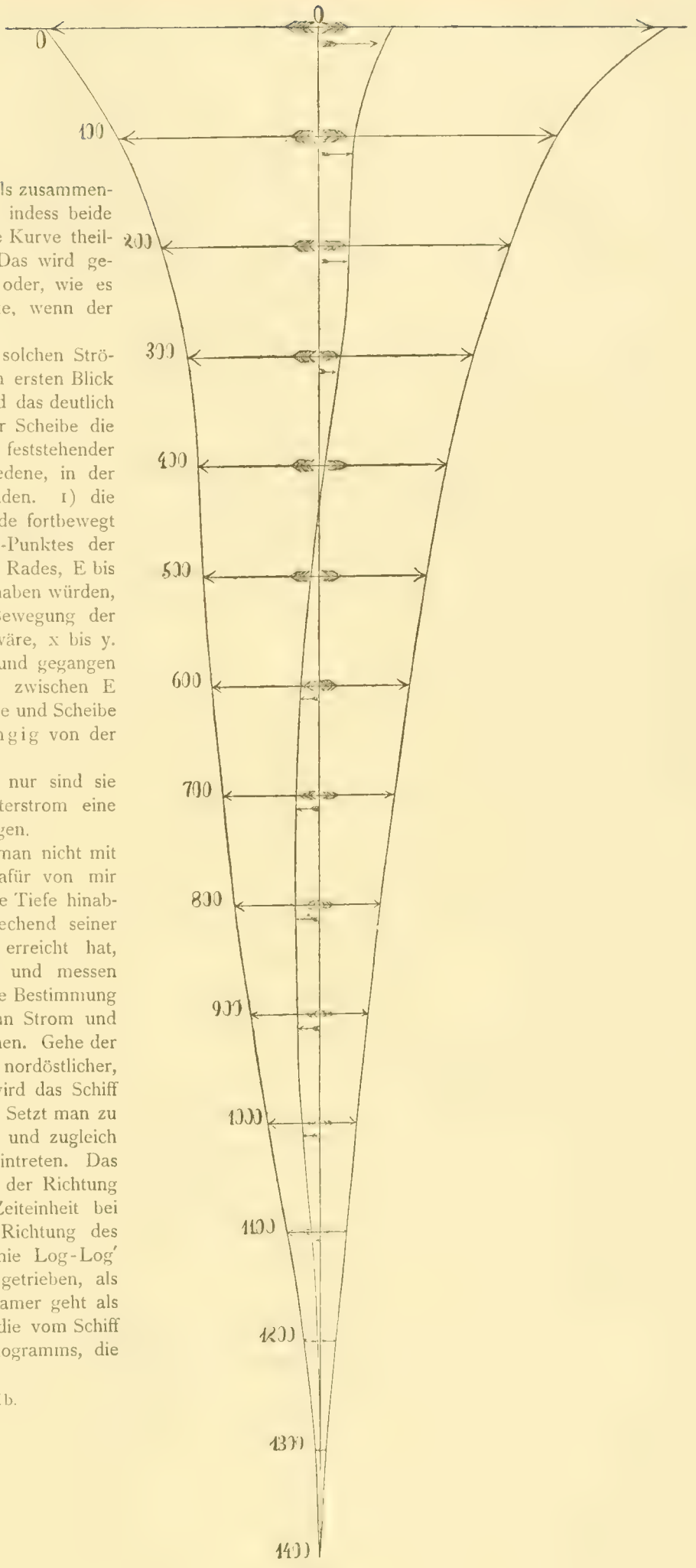


Fig. 2.

Peilung der Kompassrichtung gegen das Log′ ergiebt den Winkel σ des Paralellogramms; es handelt sich jetzt nur noch darum, einen zweiten Winkel zu bestimmen, um Alles feststellen zu können. Dazu dient die Peilung der Kompassrichtung der Schnur, die zum Netz hingeht und die immer kontrollirte Länge dieser Schnur. Diese Länge bildet die Hypothenuse und die Tiefe die Kathete eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen zweite Kathete sich

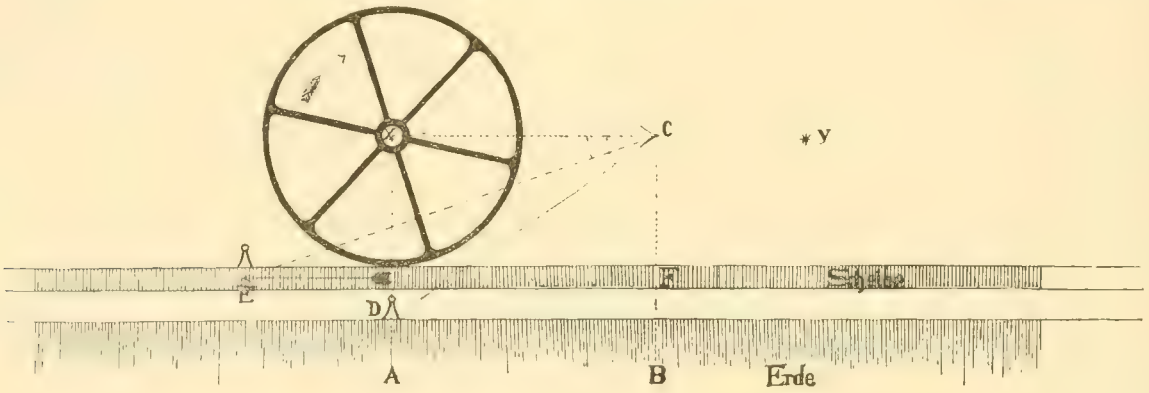


Fig. 3.

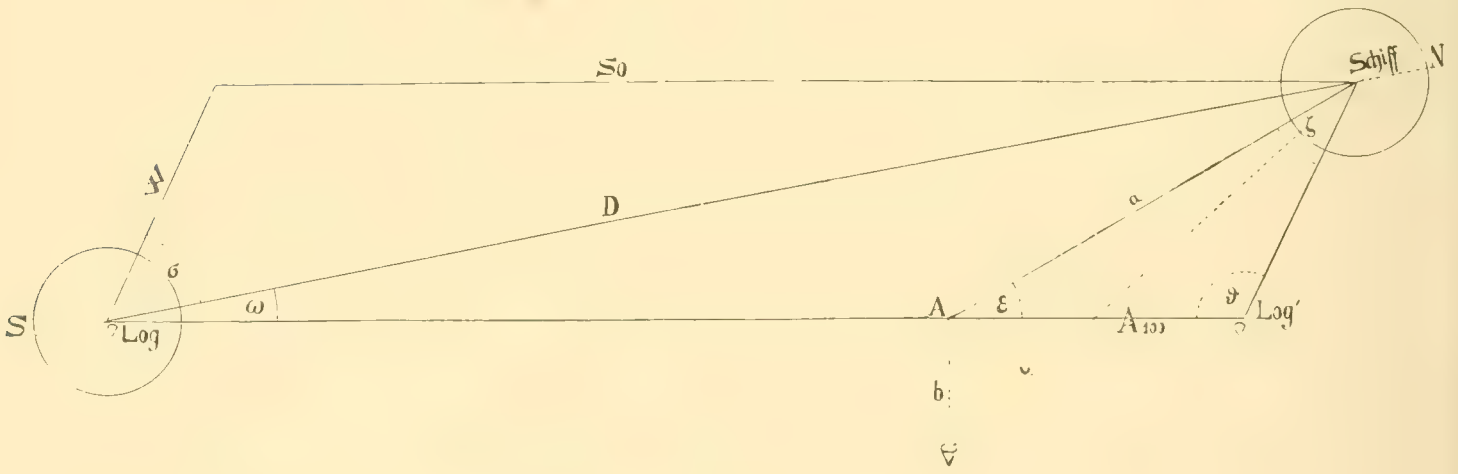


Fig. 4.

somit finden lässt und die die Seite a des kleinen Dreiecks Log′-Schiff-A bildet. Der Winkel an der Spitze dieses Dreiecks ist durch die Peilung des Netzseils gewonnen, so dass jetzt die anderen Stücke dieses Dreiecks und damit auch der zweite Winkel in dem Dreieck des Paralellogramms gewonnen sind. Man hat dann die Geschwindigkeit der Bewegung des Schiffs, die Geschwindigkeit des Stroms an der Oberfläche $= S_0$ und auch die Stromgeschwindigkeit in der bezüglichen Tiefe z. B. S_{100}, da $A_{100} = S_0 - S_{100}$ ist. Die Zahlen gelten von der Abscisse aus, geben also die Bewegung über den Grund. Nunmehr kann, so lange sich der Strom nicht dreht, seine Bestimmung für alle Tiefen gewonnen werden. Ein numerisches Beispiel solcher Bestimmung giebt das Folgende. Es ist in meinen Beispielen die Stromgeschwindigkeit absichtlich recht klein genommen (c. 0,3 Knoten).

Windtrift in anderer Richtung als der Strom.

Man erhält aus Peilung des Logs $< \sigma$, aus Entfernung der Logs die Seite w, aus Peilung des Netzseils den Winkel ζ, aus Länge des Seils oder Winkels des Seils gegen den Horizont die Länge c und aus bekannter Fallzeit den Tiefstand des Netzes b.

Daraus $a = \sqrt{c^2 - b^2}$

Dann aus: $\frac{\vartheta + \varepsilon}{2} = 90 - \frac{\zeta}{2}$ und

$$\frac{a - w}{a + w} \operatorname{cotg} \zeta = \frac{\vartheta - \varepsilon}{2}$$

$$\sphericalangle \vartheta = \frac{\vartheta + \varepsilon}{2} + \frac{\vartheta - \varepsilon}{2}$$

$$\sphericalangle \varepsilon = \frac{\vartheta + \varepsilon}{2} - \frac{\vartheta - \varepsilon}{2}$$

endlich $A_{100} = \frac{(w + a) \sin \frac{\zeta}{2}}{\cos \frac{\vartheta - \varepsilon}{2}}$

Dann, da in dem grossem Dreieck Log-Log'-Schiff die Länge w und $\sphericalangle \sigma, \omega$ bekannt sind:

$$D = \frac{w \sin \vartheta}{\sin \omega}$$

$$S_0 = \frac{w \sin \sigma}{\sin \omega}$$

$S_{100} = S_0 - A_{100}$.

Z. B Befund $\sphericalangle \sigma = 54^0\,30$

$w = 5{,}52$ m $\sphericalangle \zeta = 35^0\,30'$

$b = 100$ m $c = 100{,}5$ m.

Es ergiebt sich:

$a = 10$ m $\sphericalangle \vartheta = 114^0\,17'\,36''$

$\sphericalangle \varepsilon = 30^0\,12'\,24''$

$A_{100} = 6{,}3786$ m $\omega = 30^0\,12'\,24''$

$D = 28{,}116$ m $S_0 = 25{,}113$ m

und $S_{100} = 21{,}7344$ m.

Strom und Wind in derselben Ebene.

Während das Schiff unter der Wirkung des oberflächlichen Stroms und des Windes vorwärts treibt (Fig. 5, die kleine Flagge) sinke das Netz in eine gewisse Tiefe, z. B. 100 m. Nennt man den Strom an der Oberfläche S_0 und den Strom in 100 m Tiefe S_{100} so wird das Netz durchschnittlich mit der Geschwindigkeit $\frac{S_0 + S_{100}}{2}$ in der Stromrichtung vorwärts geschwommen sein, während sich das Schiff mit der Geschwindigkeit $S_0 + w$ vorwärts bewegte, wo unter w diejenige Geschwindigkeit verstanden wird, die ein gleichzeitig ausgeworfenes Log anzeigt. Das Schiff schwimmt weiter und gewinnt die Entfernung $2(S_0 + w)$ während gleichzeitig das Netz die Tiefe 200 m erreicht, und so geht es fort.

Anmerk. In Fig. 5 ist die Klammer für A_{100} bis zur kleinen Flagge fortgeführt zu denken.

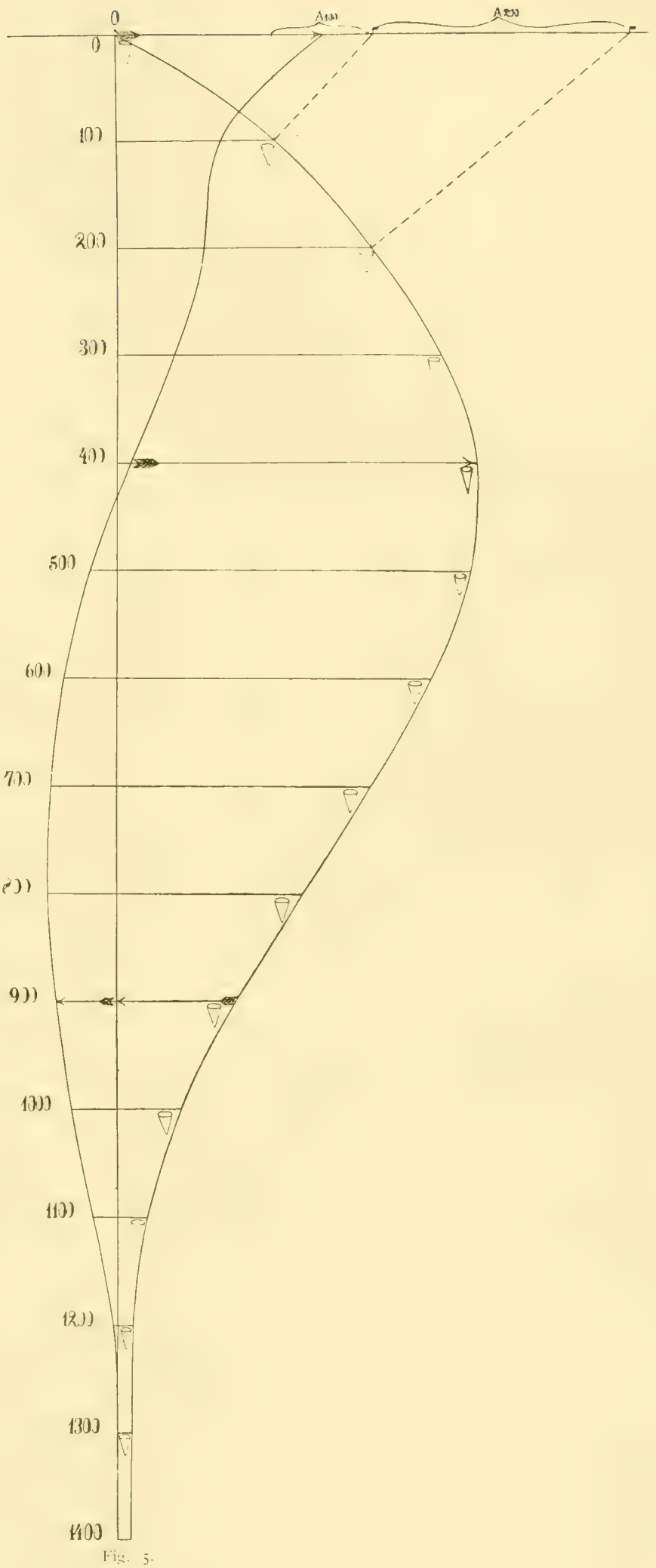


Fig. 5.

Die Art wie das Netz in Abhängigkeit von der daneben gezeichneten Kurve des Stroms fallen muss, zeigt die Fig. 5. Man sieht dort, dass das Netz die Abscisse nicht wieder erreicht, Sinkstoffe würden also in diesem Fall eine gewisse, aber nicht allzu grosse Strecke transportirt werden. Ich habe in Tabelle 2 den Strom numerisch entwickelt und in der später folgenden Tabelle 4 die Rechnung gegeben, die sich theoretisch aus den Befunden in Spalte IX und X bei der Vertikalfischerei ergeben.

Tabelle 2.

I. Tiefe in Metern	II. Fallzeit des Netzes bis zur genannten Tiefe	III. Rücklaufender Strom, virtuell	IV. Drift-Strom virtuell	V. Resultante. Actueller Strom, S_0, S_{100}, S_{200}, ...	VI. $\frac{S_{n-1}+S_n}{2}$	VII. Schub auf das fallende Netz, $144 \times \frac{S_{n-1}+S_n}{2}$	VIII. Netzstand nach den Zeiten in II.	IX. Schiffsstand $S_0 + w = 0{,}17 + 0{,}03833$, mit 144; 2.144; 3.144 .... multiplicirt	X. VIII von IX abgezogen, giebt: n . 144 . A.
0	0	0,63	0,8	(0,227) 0,17		(32,688) (24,48)	0	0	0
100	144″ 2′,4	0,464	0,548	0,084	0,127	18,288	18,288	30	11,712
200	288″ 4′,8	0,369	0,439	0,070	0,077	11,088	29,376	60	30,624
300	432″ 7′,2	0,308	0,354	0,046	0,058	8,352	37,728	90	52,272
400	576″ 9′,6	0,280	0,291	0,011	0,0285	4,104	41,832	120	78,168
500	720″ 12′	0,268	0,246	— 0,022	— 0,0055	— 0,792	41,040	150	108,960
600	14′,4	0,249	0,206	— 0,043	— 0,0325	— 4,680	36,360	180	143,640
700	16′,6	0,224	0,171	— 0,053	— 0,048	— 6,912	29,448	210	180,552
800	19′,2	0,196	0,139	— 0,057	— 0,055	— 7,920	21,528	240	218,472
900	21′,6	0,160	0,110	— 0,050	— 0,0535	— 7,704	13,824	270	256,176
1000	24′	0,120	0,083	— 0,037	— 0,0435	— 6,264	7,560	300	292,440
1100	26′,4	0,078	0,058	— 0,020	— 0,0285	— 4,104	3,456	330	321,544
1200	28′,8	0,038	0,035	— 0,003	— 0,0115	— 1,656	1,800	360	358,200
1300	31′,2	0,014	0,014	0,0	— 0,0015	— 0,216	1,584	390	388,416
1400	33′,6	0	0	0	0	0	1,584	420	418,416
1500	36′	—	—	—	—	—	1,584	450	448,416

Es handelt sich jetzt also darum, den Strom aus den Messungen des Horizontalabstandes A vom Schiff zum Netz für die verschiedenen durch die Kennziffer am A bezeichneten Tiefen abzuleiten.

Wir erhalten die Gleichungen:

$$A_{100} = S_0 + w - \frac{S_0 + S_{100}}{2}$$

$$A_{200} = 2(S_0 + w) - \frac{S_0}{2} - S_{100} - \frac{S_{200}}{2}$$

$$A_{300} = 3(S_0 + w) - \frac{S_0}{2} - S_{100} - S_{200} - \frac{S_{300}}{2}$$

$$A_{n \cdot 100} = n(S_0 + w) - \frac{S_0}{2} - S_{100} - S_{200} - S_{300} \ldots\ldots - S_{(n-1)\,100} - \frac{S_{n \cdot 100}}{2}$$

Die Gleichungen gelten für äquidistante Tiefen und sind nöthigen Falls auf diese zu interpoliren. Es ist auch zweckmässig sie auf die Zeiteinheit zu reduziren. Die Kennziffer am S giebt die bezügliche Tiefenlage des Stroms an.

Tabelle 3.

Berechnung der Stromgeschwindigkeit in den verschiedenen Tiefen.

Die Werthe gelten für eine Zeiteinheit und für aequidistante Tiefenstände und sind darauf reducirt, eventuell darauf interpolirt, gedacht. S_n bedeutet die Strombewegung per Zeiteinheit in der durch die Kennziffer n in Metern angegebene Tiefe. w bedeutet die Windabtrift des Schiffs in der Zeiteinheit. r t A möge der Horizontalabstand des Schiffs zum Netz bedeuten, wenn letzteres die Tiefe n erreicht hat, wo t die gewählte Zeiteinheit und r die Zahl ist mit der t zu multipliciren ist, damit das Netz durch das gewählte Tiefenspatium fällt. Da das Netz gleichmässig sinkt, kann das A sofort für die gewählte Zeiteinheit durch Division mit r t reducirt werden. Dann ist A_n der pro Zeiteinheit im Mittel gewonnene Abstand zwischen Schiff und Netz für die einzelnen Tiefenspatien o bis n, bis 2n u. s. w.

Auf das fallende Netz wirkender Schub des Stroms während des Falls durch die zwischen den Kennziffern liegenden Tiefenspatien	S_0	$\frac{S_0 + S_{100}}{2}$	$\frac{S_{100} + S_{200}}{2}$	$\frac{S_{200} + S_{300}}{2}$	$\frac{S_{300} + S_{400}}{2}$	. . . $\frac{S_{m} + S_{m}}{2}$
Demnach Horizontalabstand des Netzes von der Abscisse in den Tiefen: 0, 100, 200 . . . m	o	$\frac{S_0 + S_{100}}{2}$	$\frac{S_0}{2} + S_{100} + \frac{S_{200}}{2}$	$\frac{S_0}{2} + S_{100} + S_{200} + \frac{S_{300}}{2}$	$\frac{S_0}{2} + S_{100} + S_{200} + S_{300} + \frac{S_{400}}{2}$	$\frac{S_0}{2} + S_{100} + S_{200} + \quad + \frac{S_m}{2}$
Gleichzeitiger Abstand d. Schiffes vom o-Punkt der Abscisse	o	$w + S_0$	$2\,(w + S_0)$	$3\,(w + S_0)$	$4(w + S_0)$	. . . . . $m\,(w + S_0)$
In der Zeiteinheit und deren Multipla erwachsender Horizontalabstand von Schiff zum Netz. A_n	o	$w + S_0 - \frac{S_0}{2} - \frac{S_{100}}{2} = w + \frac{S_0}{2} - \frac{S_{100}}{2}$	$2(w+S_0) - \frac{S_0}{2} - S_{100} - \frac{S_{200}}{2}$	$3(w+S_0) - \frac{S_0}{2} - S_{100} - S_{200} - \frac{S_{300}}{2}$	$4(w+S_0) - \frac{S_0}{2} - S_{100} - S_{200} - S_{300} - \frac{S_{400}}{2}$ . . .	$m(w+S_0) - \frac{S_0}{2} - S_{100} \ldots - \frac{S_m}{2}$
$\triangle A_n$		$w + S_0 - \frac{S_{100}}{2} - \frac{S_{100}}{2}$	$w + S_0 - \frac{S_{100}}{2} - \frac{S_{200}}{2}$	$w + S_0 - \frac{S_{200}}{2} - \frac{S_{300}}{2}$	$w + S_0 - \frac{S_{300}}{2} - \frac{S_{400}}{2}$	. . . . . $w + S_0 - \frac{S_{m-1}}{2} - \frac{S_m}{2}$
$\triangle^2 A_n$		$-\frac{S_0 - S_{200}}{2}$	$\frac{S_{100} - S_{300}}{2}$	$\frac{S_{200} - S_{400}}{2}$	. . . . .	$\frac{S_{m-2} - S_m}{2}$
$2 \triangle^2 A_n$ davon ab die Werthe der folgenden Rubrik, die durch successive Subtraction entstehen		$S_0 - S_{200} - (S_{100} - S_{100})$	$S_{100} - S_{300} - (S_{100} - S_{200})$	$S_{200} - S_{400} - (S_{200} - S_{300})$	. . . . .	$S_{m-2} - S_m - (S_{m-2} - S_{m-1})$
$\triangle S_n$ Zu beachten! $A_{100} - w = \frac{S_0 - S_{100}}{2}$, da w bekannt $2\,(A_{100} - w) = S_0 - S_{100}$	$S_0 - S_{100}$	$S_{100} - S_{200}$	$S_{200} - S_{300}$	$S_{300} - S_{400}$	. . . . .	$S_{m-1} - S_m$.

Wie man sieht, findet sich in diesen Gleichungen immer eine Unbekannte mehr als Gleichungen vorhanden sind. Es ergiebt sich, dass die zweite Differenz der Zahlen: A_{100}, A_{200}, A_{300}, ... $A_{n \cdot 100}$ mit 2 multiplizirt die Ausdrücke: $S_0 - S_{100}$, $S_{100} - S_{200}$, $S_{200} - S_{300}$ .... $S(n-1)_{100} - S_{n \cdot 100}$ ableiten lassen. Dies wird in der Tabelle 3 der Differenzen dargelegt. Sobald also S_r, wo r irgend eine der Tiefen bedeuten soll, bekannt wird, kann man sofort alle Strömungen durch einfache Addition bestimmen. Dies setzt aber voraus dass w gemessen worden ist, sonst würde sich S_0 zu gross ergeben. Wenn also in der Tiefe r der Strom gleich o wird, ist die Strommeskurve zu berechnen. Aber auch, wenn sich die Vorzeichen in den zweiten Differenzen der A ändern, wenn also A_{n+1} grösser als A_{n-1} wird, lässt sich der Strom bestimmen. Dort liegt nämlich das Minimum des Stroms und man erhält durch direkte Addition der Differenzen von dort aus dessen Kurve. Die so zu erhaltenden Werthe zählen aber von den grössten negativen zu den grössten positiven Werthen, oder nach dem in Fig. 2 gegebenem Schema würden wir die Horizontalstrecke von D bis y erhalten. Summirt man dann noch die negativen Werthe vom Minimum aus abwärts, so erhält man auch noch die Strecke von D bis E, und die ganze Horizontalstrecke Fig. 2 E bis y. Die Stromkurve wäre richtig in den einzelnen Theilen, aber der o-Punkt ist verschoben. Die Abscisse und damit die o-Punkte werden richtig gelagert, wenn man von Stellen ausgeht, wo der Strom o ist. Diese Orte sind entweder der Grund selbst oder das Wasser oberhalb desselben, falls dort kein Strom mehr sein sollte, was ich nicht weiss. Ausserdem ist der Strom an der Uebergangsstelle vom Oberstrom zum Unterstrom in einer kürzeren oder längeren Strecke = o. Dem Ort, wo — vielleicht nur momentan — der Strom gleich o ist, entspricht ein Wendepunkt der Stromkurve und das Maximum der Kurve des Netzes (Vergl. Fig. 5). Die Abscisse des Nullpunktes bestimmt man, indem man der Zahlenreihe der $2 . \triangle^2 A$ oder der Reihe $S_{n-1} - S_n$ die drei Ordinaten die zum Wendepunkt gehören, und innerhalb deren also die höchste positive Zahl sich findet, entnimmt, und dann mit den entsprechenden Abscissen das $x_{max.}$ nach gleich anzugebender Formel entwickelt. Die entsprechenden Abscissen der Tabelle sind nicht etwa: 250, 350, 450, sondern: 300, 400, 500, resp. 600, weil die Netzlagen, von denen aus die Differenzen entwickelt worden sind, den vollen 100 m entsprechen. Es scheint richtig zu sein, das Mittel aus den zwei für $x_{max.}$ zu bildenden Gleichungen zu nehmen. Nachdem dies x bestimmt worden ist, entnimmt man die Ordinaten y_0, y_1, y_2, der Zahlenreihe, die durch Addition der Stromdifferenzen erhalten werden kann, entweder, wenn bereits der Punkt erreicht wurde, wo die Differenzen ein negatives Vorzeichen bekommen, oder wenigstens, wenn man bereits über das Maximum der Netzkurve deutlich hinaus gekommen ist. Man berechnet dann nach der Lagrange'schen Interpolationsformel das y für das $x_{max.}$ und zieht diesen Werth — y_x — überall von der vorher durch Addition erhaltenen Kurve ab, dann erhält man die Stromkurve vom o-Punkt aus, also die Strombewegung über den Grund. Ich gebe hier die ausführliche Rechnung des in der Tabelle 2 gegebenen Beispiels, weil dies Manchem vielleicht erwünscht sein könnte [1]). Die aus den in der Tabelle 2 gefundenen A in Columne X sich entwickelnden Werthe und Differenzen sind in der Tabelle 4 gegeben. Columne 5 der Tabelle 4 ist gleich Columne X in Tabelle 2.

Die Formel, um die Abscisse x des Maximums zu finden, lautet:

$$x = {}^1/_2 \; \frac{\begin{vmatrix} y_0 x_0^2 & 1 \\ y_1 x_1^2 & 1 \\ y_2 x_2^2 & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} y_0 x_0 & 1 \\ y_1 x_1 & 1 \\ y_2 x_2 & 1 \end{vmatrix}}$$

Demnach da $y_0 = 0{,}024$, $y_1 = 0{,}035$, $y_2 = 0{,}033$ oder $y_0 = 0{,}035$, $y_1 = 0{,}033$, $y_2 = 0{,}021$, und, wie schon gesagt, die x 300 bis 500, resp. 400 bis 600 sind, so lautet die Rechnung unter Fortlassung einer Null

$$x = {}^1/_2 \; \frac{0{,}024\,(40^2 - 50^2) + 0{,}035\,(50^2 - 30^2) + 0{,}033\,(30^2 - 40^2)}{(0{,}024\,40 - 50) + 0{,}035\,(50 - 30) + 0{,}033\,(30 - 40)}$$

$$x = {}^1/_2 \; \frac{-\,0{,}024 \cdot 900 + 0{,}035 \cdot 1600 - 0{,}033 \cdot 700}{-\,0{,}024 \cdot 10 + 0{,}035 \cdot 20 - 0{,}033 \cdot 10}$$

$$x = {}^1/_2 \; \frac{-\,21{,}6 + 56 - 23{,}1}{-\,0{,}24 + 0{,}70 - 0{,}33} = {}^1/_2 \cdot \frac{11{,}3}{0{,}13} = 43{,}462$$

$$\text{und } x = {}^1/_2 \cdot \frac{0{,}035\,(50^2 - 60^2) + 0{,}033\,(60^2 - 40^2) + 0{,}021\,(40^2 - 50^2)}{-\,0{,}035\,(50 - 60) + 0{,}033\,(60 - 40) + 0{,}021\,(40 - 50)} = \frac{4{,}3}{0{,}1} = 43$$

also: 434,62
430
864,62 : 2
432,31 = $x_{max.}$

[1]) Die Formeln findet man u. A. in Ligowski, Taschenbuch der Mathematik 3. Aufl. Berlin, Ernst u. Sohn 1893.

Tabelle 4.

Befunde				Berechnung								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tiefe in Metern	Fallzeit des Netzes bis zu den genannten Tiefen	Winkel des Seils gegen den Horizont	Länge des Seils in Metern	Horizontalabstand zwischen Schiff und Netz n.t.A.[1])	Spalte 5 dividirt durch die Fallzeit des Netzes durch 100 m. Also n.t.A = 144″ / A_n	$\triangle A_n$	$2.\triangle^2 A_n$	$w = 0{,}03833$ abgezogen und Entwicklung von $S_{n-1} - S_n$	Strom-differenz $S_{n-1} - S_n$	Strom vom Minimum aus gerechnet, also von der Abscisse zwischen 700 und 800 m	Strom vom ruhenden Wasser. Tiefe 1300 m aus gerechnet. Also Strom über dem Grund	Strom vom Wendepunkt und dem Maximum der Netzcurve aus gerechnet.
0	0	90°	0	0	0	0	—	0,16266—0,07666=	0,086[2])	0,227	0,170	0,169881
100	144″ / 2′,4	83° 19′ 12″	100,685	11,712	0,081333	0,081333	0,10	0,10 — 0,086 =	0,014	0,141	0,084	—
200	4′,8	81° 17′ 41″	202,33	30,624	0,212667	0,131334	0,038	0,038 — 0,014 =	0,024	0,127	0,070	—
300	7′,2	80° 6′ 57″	304,52	52,272	0,363000	0,150333	0,059	0,059 — 0,024 =	0,035	0,103	0,046	0,045881
400	9′,6	78° 56′ 40″	407,566	78,168	0,542834	0,179834	0,068	0,068 — 0,035 =	0,033	0,068	0,011	0,010881[4])
500	12′	77° 45′ 40″	511,630	108,960	0,756667	0,213833	0,054	0,054 — 0,033 =	0,021	0,035	— 0,022	— 0,022119
600	14′,4	76° 32′ 13″	616,954	143,640	0,997500	0,240833	0,031	0,031 — 0,021 =	0,010	0,014	— 0,043	— 0,043119
700	16′,8	75° 32′ 13″	722,910	180,552	1,253833	0,256333	0,014	0,014 — 0,010 =	0,004	0,004	— 0,053	—
800	19′,2	74° 43′ 33″	829,295	218,472	1,517167	0,263333	— 0,003	— 0,003 — 0,004 =	— 0,007	— 0,007	— 0,057	—
900	21′,6	74° 6′ 41″	935,750	256,176	1,779000	0,261834	— 0,02	— 0,02 + 0,007 =	— 0,013	— 0,020	— 0,050	—
1000	24′	73° 42′ 11″	1041,86	292,44	2,030833	0,251833	— 0,03	— 0,03 + 0,013 =	— 0,017	— 0,037	— 0,037	—
1100	26′,4	73° 27′ 58″	1147,45	326,544	2,267667	0,236844	— 0,034	— 0,034 + 0,017	— 0,017	— 0,054	— 0,020	—
1200	28′,8	73° 22′ 47″	1252,3	358,2	2,487500	0,219833	— 0,02	— 0,02 + 0,017	— 0,003	— 0,057	— 0,003	—
1300	31′,2	73° 21′ 54″	1356,79	388,416	2,697333	0,209833	— 0,003	— 0,003 + 0,003	0,	— 0,057	0 [3])	— 0,000119
1400	33′,6	73° 21′ 37″	1461,19	418,416	2,905667	0,208334	0	—	—	—	—	—
1500	36′	73° 21′ 23″	1565,59	448,416	**3,114000**	0,208334	0	—	—	—	—	—

[1]) t bedeutet die Zeiteinheit, hier also Sekunden, n die Anzahl der verflossenen Zeiteinheiten, also 144, 2. 144, 3. 144 u. s. w. A ist der mittlere Abstand der in der Zeiteinheit gewonnen wird. Diese Reduktion auf die übliche Zeiteinheit kann auch bis zuletzt verschoben werden.

[2]) Um $S_0 - S_{100}$ zu erhalten wird zunächst 2 ($A_{100} - w$) also 2 (0,08133 — 0,03833) berechnet.

[3]) Es ist $S_0 + w$ demnach 0.170 + 0,03833 = 0,20833, also 15. 0,2083 = 3,125, die Spalte 6 unten ergiebt den Werth 3,114, folglich ist das Netz etwas in positiver Richtung vertrieben, ehe es in stehendes Wasser, resp. auf den Grund kam.

[4]) Nachdem durch die Rechnung für $x_{max.}$ und y_x erhaltenen Resultat ist 0,057119 von dem Werth der Abscisse 400 und 500 abzuziehen, um die Nulllinie des Stroms zu erhalten, dies ist in Spalte 13 ausgeführt worden, indem y_x von den Werthen der Spalte 11 abgezogen wurde.

Für die zugehörige Ordinate haben wir die Formel

$$y_x = A_0 y_0 + A_1 y_1 + A_2 y_2 \quad \text{wenn}$$

$$A_0 = \frac{(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3)}{(x_0 - x_1)(x_0 - x_2)(x_0 - x_3)}$$

$$A_1 = \frac{(x - x_0)(x - x_2)(x - x_3)}{(x_1 - x_0)(x_1 - x_2)(x_1 - x_3)}$$

$$A_2 = \frac{(x - x_0)(x - x_1)(x - x_3)}{(x_2 - x_0)(x_2 - x_1)(x_2 - x_3)}$$

Die Rechnung ergiebt:

$$A_0 = \frac{(432{,}31 - 400)(432{,}31 - 500)}{(300 - 400)(300 - 500)} = \frac{-32{,}31 \cdot 67{,}69}{20000} = \text{Num. log } 0{,}0388315 - 1.n$$

$$A_1 = \frac{(432{,}31 - 300)(432{,}31 - 500)}{(400 - 300)(400 - 500)} = \frac{-132{,}31 \cdot 32{,}21}{-10000} = \text{Num. log } 0{,}9521172 - 1$$

$$A_2 = \frac{(432{,}31 - 300)(432{,}31 - 400)}{(500 - 300)(500 - 400)} = \frac{132{,}31 \cdot 32{,}31}{20000} = \text{Num. log } 0{,}3298997 - 1$$

Nach obiger Formel wird

$$y_x = A_0 \cdot 0{,}103 + A_1 \cdot 0{,}068 + A_2 \cdot 0{,}035$$
$$y_x = -0{,}011263 + 0{,}060901 + 0{,}007481.$$
$$\mathbf{y_x = 0{,}057119.}$$

Wird dieser Werth von 0,068 der Tabelle Nr. 4 Spalte 11 abgezogen, so erhält man 0,010881 für die Stromgeschwindigkeit x = 400, während der genaue Werth 0,011 ist. Wird die Interpolation weiter getrieben, so gewinnt man nichts, weil die Krümmung meiner Kurve sehr willkührlich gegriffen ist. Es genügt übrigens vollständig ein nur um 1 % fehlerhafter Werth und man braucht, wie ersichtlich nur ein wenig in den Unterstrom zu kommen, um den Oberstrom richtig genug, zu erhalten.

Die Ergebnisse der Strömung, die in Tabelle 2 entwickelt wurden, giebt die Tabelle 4 in numerischer Entwickelung.

Der Werth w ist nicht genau gleich der Windtrift des Schiffs, sondern etwas kleiner als diese. Das Schiff treibt nicht genau unter der Wirkung des Oberflächenstroms, sondern etwa, wenn sein Tiefgang n Meter sein mag, unter der Stromwirkung von $\frac{S_0 + S_n}{2} + W$, wo W die wirkliche Windabtrift sein soll. Das Log treibt unter der Wirkung von S_0 und liegt zur Zeit der Beobachtung vom Schiff ab um

$$w = W - S_0 + \frac{S_0 + S_n}{2} = W - \frac{S_0}{2} + \frac{S_n}{2}.$$

Es ist also $W = w + \frac{S_0 - S_n}{2}$, w also ein wenig kleiner als W. Siehe Fig. 6. Für die Bestimmung des Stroms kommt es wohl wenig in Betracht, dass nicht ganz genau der oberflächlichste Strom berechnet wird, die wahre Abdrift durch den Wind würde sich nur aus einer eingehenderen Feststellung des obersten Theils der Stromkurve gewinnen lassen. Man könnte die Feststellung vielleicht so gewinnen, dass man ein Apsteinsches Planktonnetz am Heck des Schiffes auf verschiedene, kleine Tiefen hinab liesse und dann Augenblick und Lage der vertikal zum Netz gehenden Schnur am Geländer markirte, wenn grade der Mast vertikal auf dem Horizont steht und diese Bestimmung wiederholte, wenn das Netz weiter an die Leeseite des Schiffes getrieben ist. Ob diese Bestimmungen ausführbar sind, lässt sich ohne bezügliche Versuche nicht entscheiden.

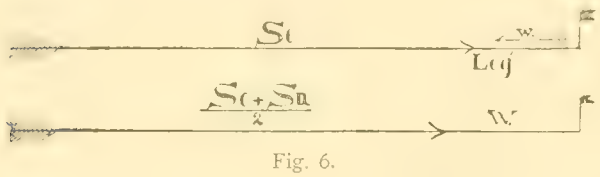


Fig. 6.

Das Verfahren bei diesen Untersuchungen ist bisher noch nicht in den Einzelheiten angegeben worden, das soll jetzt geschehen. Es wird für diese Beobachtungen angenommen, dass das Schiff ruhig liege. Bei grossen Schiffen wird ein anderes Verhalten während der Vertikalfischerei nicht möglich sein. Das Schiff legt sich dabei mit der Längsaxe stets parallel den Wellen, also meistens auch senkrecht zum Strom. Das Log alter Form wird am besten am Steuer ausgesetzt, weil es hier nicht unter dem Sog des Schiffskörpers steht, der es daran hindern würde, sich vom Schiffskörper zu entfernen. Solches Log widersteht mit grosser Kraft dem Zug, den die

Schnur vom Schiff aus auf dasselbe ausübt, die Schnur kann leicht genommen werden, übrigens wird mir gesagt, dass Formeln zur Korrektion des etwa eintretenden Mitschleppens schon entwickelt sein sollen. Die Richtung des Log's ist mit einem Peilkompass vom Heck des Schiffs aus zu nehmen, kennt man die Entfernung vom Kompass der Kommandobrücke zum Heck so kann das Log auch von dort aus gepeilt werden, weil sich dann sein Winkel berechnen lässt. Beim Aussetzen des Logs wird die Kompassrichtung notirt, in der das Schiff anliegt.

Es wurde gesagt, dass in dem Fall, wo Wind und Strom nicht paralell seien, die Kompassrichtung des Seils, wenn es vom Schiff aus gesehen senkrecht zu stehen scheine, mit einem Peilkompass bestimmt werden müsse. Auch hier lässt sich der Kompass der Kommandobrücke vortheilhaft verwenden, Fig. 7. Man markirt die Enden der Linie, von welcher aus gesehen das Seil senkrecht zu stehen scheint, an beiden Bordseiten. Um diese Linie zu finden, genügt ein ganz kleines Fernrohr, mit genau rechtwinklig stehendem Fadenkreuz im Okular. Man stellt die Horizontallinie des Kreuzes auf den Horizont ein, wenn dann das Seil um die Vertikallinie oscillirt, steht man mit dem Auge in der gesuchten Linie. Gleichzeitig wird notirt, wie das Schiff anliegt. Dann misst man von zwei an den Bordseiten ganz symmetrisch liegenden Punkten aus die Entfernungen der eben gemachten Marken von diesen symmetrischen Punkten. Die Ursprungstellen der Strickleitern liegen wahrscheinlich ganz symmetrisch, kleine Fehler werden sich durch einen von der Mitte der Kommandobrücke dorthin gezogenen Drath bestimmen lassen. Man trägt den entsprechenden Theil des Schiffs in genügender Vergrösserung ein für alle Mal auf ein Millimeterpapier ein, ebenso die Bordmarken der Strickleiter. Jetzt kann man die Marken des Seils nach ihrer Enterfnung von der Strickleiter ausmessen und gleichfalls eintragen. Man zieht von der Marke an der Luvseite eine Linie senkrecht zur Axe des Schiffs auf Leebord, und darüber hinaus, verbindet die beiden Marken durch eine gleichfalls verlängerte Linie und zieht von erstgenannter Linie eine Senkrechte. Man erhält so ein rechtwinkliges Dreieck O — W — WNW mit allen Daten, die erforderlich sind um den Winkel, den das Seil mit der Schiffsaxe macht, zu finden. Lag das Schiff z. B. Nord an, so ging das Seil Ost-West ± eine Anzahl von Graden. Diese übrigens sehr einfachen Eintragungen und Rechnungen brauchen nicht sofort gemacht zu werden, es genügt die Festlegung der Abstände der Marken und die Kompassangabe. Indessen wird man es später bedauern, wenn man sich nicht sofort nach Möglichkeit die Resultate klar legt.

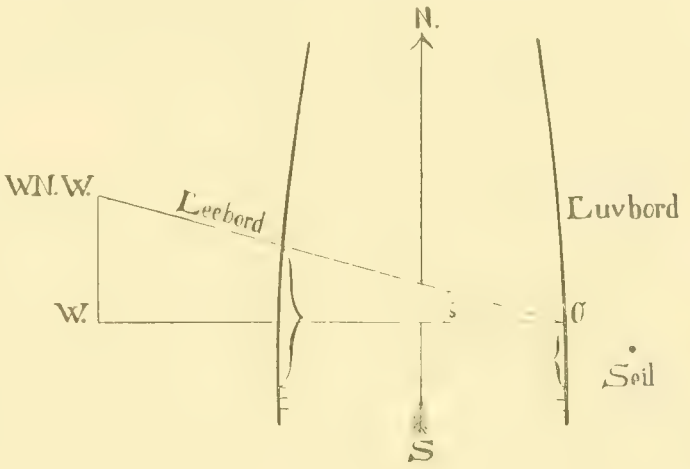


Fig. 7.

Pilsbury hat Untersuchungen über den Einfluss der Winddrift auf solche Schwimmkörper, wie das Log gemacht, indem er eine sehr lange, senkrecht im Wasser schwimmende Stange darauf hin beobachtete. Ich bin nicht ganz von der Richtigkeit dieses Verfahrens überzeugt, weil auf solchen langen Schwimmkörper die Orbitalbewegung der Wellen einen schwer zu ermessenden Einfluss haben wird. Indessen ist ohne Weiteres zuzugeben, dass der Wind etwas treibend auf das Log einwirken wird. Dies wird sich namentlich bei stärkerem Seegang und bei überbrechenden Wellen geltend machen, dabei kann aber überhaupt nicht mehr gut die von mir angeregte Untersuchung ausgeführt werden. Im Uebrigen wird man ja wohl, wenn die Beobachtung nicht auf andere, grössere Schwierigkeiten stösst, dieses Fehlers Herr werden können; das ist zunächst Sache der Erfahrungen. Es liegt der Gedanke nahe, dass der Oberflächenstrom immer der Windrichtung entsprechen müsse, dieser Strom muss aber im Wesentlichen so laufen wie die darunter liegenden Wassertheilchen gehen, weil diese die oberen Wassertheilchen tragen, schwacher Wind kann also den Oberstrom keine nennenswerth veränderte Richtung geben.

Es muss ferner die Fallgeschwindigkeit des Netzes im Voraus festgestellt werden. Die Fallgeschwindigkeit ist durchaus gleichmässig. Nach der Formel für die Fallgeschwindigkeit im widerstehenden Medium, für die angenommen wird, dass der Widerstand **a** dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional sei, und wo v die Geschwindigkeit bedeutet, der Term $e = 2{,}7183$ ist und **g** zu 9,31 Meter zu nehmen, endlich die Zeit von o aus und in Sekunden zu rechnen ist, wäre a gleich der Geschwindigkeit des frei fallenden Netzes zu nehmen. Dessen grösste Geschwindigkeit wird nur bei sehr starker Belastung 0,7 m in der Sekunde werden können, welche Zahl in den gegebenen Tabellen angenommen wurde. Setze ich diese Grösse in die Formel:

$$v = a \frac{e^{\frac{g^t}{a}} - e^{\frac{-g^t}{a}}}{e^{\frac{g^t}{a}} + e^{\frac{-g^t}{a}}}$$

ein, so wird schon nach einer Sekunde der Bruch zum Zahlenwerth 0,99998, also nahe gleich 1, das Netz fällt fast sofort gleichmässig.

Die Fallgeschwindigkeit des Netzes wird bestimmt, indem man unter stäter Vorgabe einer kleinen Seillänge das Netz frei fallen lässt, dann das Seil festhält und an dem Dynamometer oder an dem Akkumulator den Augenblick beobachtet, wann das Netz sich an das Seil, dessen Länge man schon im Voraus festsetzen kann, anhängt. Das Schlingern des Schiffs wird wahrscheinlich bewirken, dass bei Strom das Seil kaum eine Bucht gewinnen wird, weil es sich immer wieder in Folge des eigenen Gewichts straff zieht. Dagegen ist in Rechnung zu ziehen, dass der Baum sich dabei dem Wasserspiegel nähert und davon entfernt. Dies hängt zusammen mit der jeweiligen Neigung des Mastes gegen den Horizont; wird diese einige Male mit dem für die Winkelmessungen beschafften Instrument, das wohl anderweit beschrieben werden wird, bestimmt, so wird sie wohl später genügend scharf geschätzt werden können. Die Akkumulatoren werden sich je nach der Belastung etwas verlängern, eine Markirung des Seils an dem die Rolle hängt, wird gestatten, diesen Faktor genügend in Rechnung zu ziehen. Wenn Strom steht, wird der Winkel, den das Seil gegen den Horizont macht, bestimmt und verrechnet werden müssen, bei Bestimmung der Fallzeit.

Je langsamer die Fallbewegung des Netzes ist, desto feiner kann die Messung des Stromes gemacht werden. Hätte das Netz in dem gewählten Beispiel eines sehr schwachen Stroms die Fallgeschwindigkeit 0,4 m die Sekunde, so würde bei dem Netzstand 100 m schon das $c = 113$ m sein, also eine sehr deutliche Bestimmung zulassen, die bei wachsender Tiefe nur zu deutlich hervortreten würde.

Für die Erkennung der Strombewegung in grossen Tiefen wird es gut sein, das Gewicht zu kennen, mit dem das Seil allein den Akkumulator belastet, sonst würde sich das Netz anhängen können, ohne das es bemerkt würde, trotzdem man ja ungefähr im Voraus weiss, wann dies geschehen dürfte. Man lässt also ein für alle Mal grössere Längen des Seils in das Wasser und bestimmt an dem Dynamometer dessen Zug, wonach also leicht eine kleine Tabelle des Gewichts aufgestellt werden kann. Ich halte dies für einfacher und besser, als die Berechnung einer Tabelle aus dem spezifischen Gewicht des Seils, das wegen der Hanfeinlage nicht bequem zu finden ist.

Wenn eine Winkelbestimmung der Seilrichtung erforderlich wird, kann das Schleudern der Rolle am Akkumulator störend werden. Hier kann dadurch geholfen werden, dass an dem äusseren Ende des Kautschoukakkumulators ein Seil angebracht wird, mit dem die Rolle fest gegen den Baum angeholt werden kann. Gute Werthe ergiebt die Winkelmessung indessen nur bei den geringeren Tiefständen des Netzes, bei denen die Rolle hoch stehen wird.

Das erheblichste Bedenken gegen meinen Vorschlag der Strombestimmung scheint mir in Folgendem zu liegen. Wenn man eine grosse Länge des Seils vorgiebt, so hängt das Seil in einer Bucht, die zwar sehr wenig ziehend auf das Netz wirken dürfte, die sich aber nur allmählig ziemlich grade strecken wird, wenn man das Seil anhält. Es wäre vielleicht geboten, das Seil einzuziehen, wodurch es sich vollkommener strecken und das Netz sich plötzlicher anhängen würde. Dies Verfahren ist nicht bei jeder Art Tourenzähler gut ausführbar und überhaupt verwickelter. Möglich dürfte es sein; ob anzurathen, muss die Praxis lehren.

Wird die Bucht, die das vorgegebene Seil machen muss, weil es rascher als das Netz sinkt, auf dieses nach dem Schiff zu ziehend wirken, und welche Länge empfiehlt sich vorzugeben?

Nach meinen Erfahrungen ist es nicht möglich in nennenswerthen oceanischen Strömungen das Netz beim Schiff zu halten. Selbst wenn man fortdauernd beim Sinken das Netz am Seil hält und dann sofort aufzieht, was das Netz stark zum Schiff heran zwingt, kommt es schliesslich viele Meter entfernt vom Schiff an die Oberfläche. In Passatströmungen wurde die Entfernung zwischen Schiff und Netz rasch so gross, dass die Vertikalfischerei nur noch ausgeführt werden konnte, wenn das Schiff gegen Wind und Strom andampfte, und durch Manöveriren möglichst beim Netz gehalten wurde. Ich bin daher der Ansicht, dass bei sinkendem Netz und fortwährendem Nachgeben des Seils keine nennenswerthe Horizontalwirkung auf das Netz eintreten wird. Dies wird aber während der Ablesung des Netzstandes eintreten können. Ein Ueberschlag ergiebt indess, dass selbst wenn der Seilwinkel von 60° angenommen wird, bei der grössten Fallgeschwindigkeit von 0,7 m das Netz in der

Sekunde nur um 0,18 m an das Schiff heran gezogen werden würde. Diese Zahl ist indess wahrscheinlich zu gross, weil das Netz keinen starren Körper bildet und selbst ein solcher in der Quere so rasch nicht fallen würde. Ich denke, dass danach gestrebt werden sollte, dem Netz etwa 6 m Seil vorzugeben, eher weniger als mehr. Man kann nicht von vornherein wissen, wie viel Seil dazu ausgegeben werden muss, aber wenn man bemerken kann, wann das Netz sich anhängt, so wird die Praxis voraussichtlich lehren, wie diese Forderung zu erfüllen ist.

Die Wirkung des Stroms auf das Seil würde sehr störend sein müssen, wenn das Schiff festläge. Da es aber treibt, wird diese Wirkung sehr gemindert. Das Seil würde in Folge dessen, dass das Schiff rascher treibt, als der Strom, eine Konvexität nach Oben erhalten, durch die Schwere des Seils entsteht dagegen eine Bucht nach Unten. Es werden sich also diese beiden Buchten etwas, aber je nach den Umständen sehr verschieden vollständig, compensiren. Wenn die Längenbestimmung von c mit Hilfe eines dünnen Klavierdraths gemacht würde, dürften die Messungen sehr genau werden können. Dies würde aber nur anzurathen sein, wenn die Strommessungen die Hauptsache einer Expedition sind.

Durch die ohne Zweifel vorwiegende Ausbuchtung des Seils nach Unten, wird das Netz fortdauernd etwas zum Schiff herangezogen werden müssen. Wie sehr, hängt von verschiedenen Factoren ab; stark wird das schon desshalb nicht sein können, weil fortwährend Seil ausläuft. Dies Heranziehen des Netzes an das Schiff lässt den Strom kleiner erscheinen, als er wirklich ist, dagegen wird durch die, keinenfalls vollständig auszugleichende, Buchtung des Seils die Linie c länger gemessen, als sie wirklich ist. Also auch dabei tritt eine gewisse Kompensation der Fehler ein. Würde die Messung der Länge c durch einen Hülfsdraht ausgeführt, so würde vielleicht der Fehlerrest recht klein ausfallen, auch werden die kleinen Fehler vielleicht berechnet werden können[1]).

Eine eigenthümliche Kontrolle über die Genauigkeit der Messung ergiebt sich, wenn das Netz in ruhig stehendes Wasser oder auf den Grund kommt. (Letzterer Fall ist übrigens bei grossen Tiefen kaum gut fest zu stellen.) In Anmerkung 3 zu Tabelle 4 ist darauf hingewiesen, dass das Netz die Null-Linie nicht wieder erreicht hat. Der Grund dafür ist der, dass die Kurvenfläche auf der negativen Seite nur eine Fläche von 121 Quadrat mm umfasst, auf der positiven Seite die Fläche dagegen 127 Quadrat mm gross ist. D. h. der Oberflächenstrom führt mehr Wasser mit sich, als der Unterstrom. Dies kann in bemerkbarerer Weise in der Natur nur dann eintreten, wenn der Unterstrom irgendwie seitlich ausweichen kann, thut er dies nicht, so muss das Netz wieder zur Abscisse zurückkehren. Findet sich ein anderes Verhalten, so muss die Messung entweder fehlerhaft gewesen sein, oder der Unterstrom weicht aus. Leider sehe ich zur Zeit kein Mittel, zwischen diesen beiden Möglichkeiten zu entscheiden, obgleich, wenn letztere eingetreten sein sollte, der Unterstrom in etwas anderer Richtung laufen müsste, als der Oberstrom, was durch die Richtung des Seils sich zwar nicht genau bestimmen liesse, aber doch wohl angedeutet werden dürfte.

Für die quantitative Feststellung der Verhältnisse des Planktons wird eine Feststellung der Abtrift des Netzes und damit der Strömungen sehr erwünscht, wenn nicht gradezu erforderlich. Es handelt sich häufig um die Entscheidung der Frage, ob beobachtete Formen weit her und woher sie gekommen sind. Endlich wird die genaue Erforschung des Stromverhaltens desshalb für die Planktonforschung von besonderem Interesse, weil die Abnahme der Stromgeschwindigkeit nach der Tiefe zu voraussichtlich die beobachtete Gleichmässigkeit in der Vertheilung des Planktons wird erläutern können.

Zur Erklärung dieser Gleichmässigkeit habe ich in erster Linie die Gleichmässigkeit der Lebensbedingungen im Ocean herbeigezogen. Diese machen zwar im Allgemeinen die Gleichmässigkeit zu einer Nothwendigkeit, aber es lassen sich doch Umstände ausdenken, mögen sich auch wirklich in der Natur finden, wo diese Gleichmässigkeit örtlich gestört wird. Es könnten warme oder kalte Stromzungen in Gebiete, die diesen normal nicht angehören, durch Stürme getrieben werden; bei der darauf eintretenden Durchwärmung oder Durchkältung würden bezügliche Bewohner absterben und es würde in Bezug auf sie ein Vacuum entstehen. Andererseits könnten auch Schaaren von Fischen lokal eine starke Zerstörung des Planktons herbeiführen: was freilich wegen der enormen Keimfruchtbarkeit der niederen Organismen nur von kurzer Dauer sein könnte.

Es ist nun sicher, dass der Oberstrom nach der Tiefe zu schwächer wird oder doch nach Pilsbury sich ändert, wenn man auch bisher über den Grad der Abschwächung keine so recht genügende Kunde hat. Formen, die etwa Tags über mehr in die Tiefe gehen, später aber wieder aufsteigen, werden nothwendig in eine weiter entfernte

[1]) 1000 m Drahtseil bieten dem Strom etwa 6 □m Fläche, die gleiche Länge Klavierdraht ergeben nur 0,9 □m.

Wassermasse gerathen, als die ist, in der sie sich befinden würden, wenn sie nur durch eigene Kraft und durch die Bewegung der sich überbrechenden Wellen oder des Flugwassers bewegt worden wären.

Im Allgemeinen erscheint es mir nicht richtig, solche Untersuchungen, wie die hier zur Erwägung gestellten, nebenher zu betreiben. Man wird immer weiter kommen, wenn man sich ganz im Besonderen mit ihnen befasst, wo dann die Sinkkörper und alle sonstigen Einrichtungen auch noch vervollkommnet werden können. In dem vorliegenden Fall gehört aber, wie schon erwähnt, diese Untersuchung unmittelbar zu der ganzen Methodik der quantitativen Planktonstudien, und scheint sich überdies so einfach und so wenig Zeit erfordernd gestalten zu lassen, dass ich geglaubt habe, sie der deutschen Tiefseeexpedition zur Prüfung und weiteren Ausgestaltung mit auf den Weg geben zu dürfen. Dies um so mehr, als sich mir voraussichtlich kaum die Gelegenheit bieten dürfte, selbst solche Untersuchungen praktisch anzustellen.

Die

Diatomeen der Kieler Bucht

von

George Karsten.

Einleitung.

Die hier vorliegende Zusammenstellung der im Bereiche der Kieler Bucht gefundenen Diatomeen verdankt ihre Entstehung der Anregung des Herrn Prof. J. Reinke, welcher mich nach dem vorläufigen Abschluss meiner seit dem Herbst 1895 unternommenen Untersuchungen der Auxosporenbildung mariner Diatomeen aufforderte, diese noch fehlende Ergänzung zu seiner Algenflora[1]) in Angriff zu nehmen. So begann ich im Frühjahr 1897 eine systematische Durchforschung der verschiedensten Oertlichkeiten der Küsten wie des tieferen Wassers, um die in der Kieler Bucht vorkommenden Diatomeen möglichst vollständig kennen zu lernen.

Die Königliche Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der Deutschen Meere gestattete es mir, sehr zahlreiche Dampferfahrten nach allen Punkten der Kieler Bucht und zu jeder Jahreszeit zu unternehmen, ohne welche die Arbeit ziemlich aussichtslos hätte bleiben müssen. Es ist mir eine angenehme Pflicht der Kommission hier meinen herzlichen Dank für ihre stets auf das bereitwilligste gewährte Unterstützung zu sagen.

Die Bezeichnung „Kieler Bucht" umfasst den zwischen den Inseln Fehmarn und Alsen gelegenen Deutschen Theil der Ostsee, so dass also die Kieler Föhrde, die Eckernförder Bucht und die Flensburger Föhrde besondere Abschnitte der Kieler Bucht bilden.

Vorarbeiten lagen einmal in den Angaben von Lüders[2]) vor, deren handschriftliche Notizen und Präparate sich im Besitze des Kieler botanischen Institutes befinden. Ferner konnte Heiberg, Conspectus criticus Diatomacearum Danicarum[3]) und Juhlin-Dannfelt: On the diatoms of the Baltic sea[4]) benutzt werden.

War die gestellte Aufgabe auch in erster Linie eine floristische und pflanzengeographische, so kam es mir doch besonders auch darauf an, die lebende Pflanze zu beobachten und unsere darin noch so mangelhaften Kenntnisse zu erweitern. Daher bildeten der Aufbau und die Ausgestaltung des Plasmakörpers, die Lage des Zellkernes, Zahl, Form und Lage der Chromatophoren, Vorkommen von Pyrenoïden, endlich die möglichst vollständige Entwickelungsgeschichte jeder Species, oder mindestens doch Gattung, die wesentlichsten Gegenstände meiner Untersuchungen. Denn nachdem einige in den letzten Jahren erschienene Veröffentlichungen unsere Diatomeenkenntnisse in systematischer Hinsicht sehr erheblich gefördert hatten — so z. B. die Arbeiten von Cleve[5]), die Zusammenstellung im Engler-Prantl[6]) etc. — war ein endlicher Fortschritt in der Erkenntniss der lebenden Diatomeenzelle, ihres Plasmaleibes und seiner Entwickelungsgeschichte nicht mehr länger zu umgehen. Hatte sich doch seit dem Jahre 1871, in welchem E. Pfitzer's Untersuchungen über Bau und Entwickelung der

---

[1]) J. Reinke. Algenflora der westlichen Ostsee. Sechster Bericht der Kommission zur wissensch. Unters. der Deutschen Meere. 1. Heft. Berlin 1889.

[2]) J. E. Lüders. Beobachtungen über die Organisation, Theilung und Copulation der Diatomeen. Bot. Ztg. 1862. 41.

[3]) P. A. C. Heiberg. Kritisk Oversigt over de Danske Diatomeer. Kjøbenhavn 1863.

[4]) Bihang till Kg. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar 6. 1881—82. Nr. 21.

[5]) P. T. Cleve. Synopsis of the Naviculoïd Diatoms I und II. Kg. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar XXVI. 2 und XXVII. 3. Stockholm 1894—95.

[6]) Engler und Prantl. Natürl. Pflanzenfamilien. I. 1. b. 31. ff. Bacillariaceen bearbeitet von F. Schütt.

Bacillariaceen erschienen, Niemand mehr an eine wirklich umfassende Bearbeitung der ganzen Familie herangewagt. Nur bei den erst in dem letzten Jahrzehnt besser bekannt gewordenen und durchgearbeiteten Planktonformen war die Untersuchung von vorneherein auf die ganze Zelle gleichmässig gerichtet.[1]) Aus diesem Grunde sind die eigentlichen Planktondiatomeen, Schütt's Centricae, hier zunächst unberücksichtigt geblieben.

Für die Grunddiatomeen waren die nach dem Gesagten nothwendigen Daten aber erst durch eigene Beobachtungen zu schaffen, da Vorarbeiten nur in sehr geringem Maasse vorhanden waren. So konnten mir die bisher üblichen Methoden der Diatomeenschalen-Präparation nicht genügen. Es handelte sich einmal um Kulturverfahren, die gestatteten, Diatomeenzellen möglichst lange in normalem Zustande lebend zu erhalten und zur Auxosporenbildung zu bringen, die es auch ermöglichten, aus den verschiedensten Orten zusammengebrachte Proben von Sand, Schlick, Steinen, Muscheln, grösseren Algen, Zosterablättern u. s. w. unter normalen Bedingungen einige Wochen lang zu beobachten, um die geringen Mengen verschiedener Formen zu reichlicher Entwickelung gelangen zu lassen, welche erst eine fruchtbringende Untersuchung gestattete. Für diese Kulturen hat sich das mit Steinfussboden versehene, ungeheizte Nordzimmer des hiesigen botanischen Institutes sehr gut bewährt.

Für die Beobachtung selbst konnte ein bereits früher zur direkten Verfolgung der Vorgänge bei der Auxosporenbildung angewandtes Verfahren[2]), die Diatomeen auf schräg gegen die Wand der Kulturgefässe gestellte Objektträger gleiten zu lassen, welche dann eine Beobachtung aller Wandlungen an der lebenden Zelle, eventuell an ein und demselben Individuum erlaubten, auch hier wieder mit Erfolg benutzt werden. Bei sehr beweglichen Formen, die einem direkten Abzeichnen des lebenden Objektes Hindernisse bereiteten, gab koncentrirte Lösung von Jod in Meerwasser ein meist vorzüglich — freilich nicht überall gleichmässig — wirkendes Mittel, die Chromatophoren in normaler Form zu erhalten. Die Schalenstruktur konnte dann in der Weise festgestellt werden, dass die Kultur-Objektträger einem schnellen Trocknungsprocess unterzogen, und die Schalen in Styraxlösung untersucht wurden. Störende Salzkrystalle lassen sich dabei leicht vermeiden, wie hier nicht näher dargelegt zu werden braucht. Die Chromatophoren verlieren beim Absterben der Zelle ihre intensive Farbe und stören kaum.

Jedenfalls ist dies die zweckmässigste Methode, um die lebende Zelle und die todte Schale möglichst am gleichen Objekte zu untersuchen. In der ersten Zeit meinte ich mit der Untersuchung der Schale in Wasser ausreichen zu können, doch ist das Resultat dabei minder zuverlässig, viel schwieriger zu erreichen und daher schliesslich weit zeitraubender als die später ausschliesslich befolgte Methode der Einzelfeststellung erst des lebenden Zellkörpers darauf der Schalenstruktur.

So ist diese Arbeit eine Etappe auf dem von Pfitzer zuerst mit Erfolg beschrittenen, dann ganz verlassenen Wege: Zu den bisher fast ausschliesslich bekannten Schalen den Bau des zugehörigen lebenden Plasmakörpers kennen zu lernen.

Für die Darstellung war es nothwendig, jede einzelne Form einmal der Schalenstruktur nach, und einmal den Chromatophoren nach abzubilden und zwar möglichst in Schalen- und in Gürtelansicht. Meine Zeichnungen, die die Chromatophoren mit farbiger Eintragung enthielten, wurden sämmtlich von Herrn J. Fürst umgezeichnet, die Chromatophoren durch verschiedene Schattirung angegeben. Meist liess sich dabei die Darstellung der Chromatophoren mit derjenigen der Schalenstruktur vereinigen.

Dass in meiner Zusammenstellung manche Lücken geblieben sein werden, ist mir wohl bewusst. Es liegt das einmal an der relativ kurzen Zeit, die auf die ganze Arbeit verwendet werden konnte, wie an den unvermeidlichen Zufälligkeiten, von denen ich nur die eine erwähnen will, dass in einem Jahre viele Formen auftreten, welche in andern Jahren fast ganz fehlen. Andererseits schien es mir wesentlich zu sein, eine solche Arbeit, welche die Diatomeenforschung in neue Bahnen leiten möchte, nicht gar zu lange hinzuziehen. Denn, wenn erst von einer Seite ein Anfang gemacht ist, wenden sich bald mehr Kräfte dem neu erschlossenen Gebiete zu, und es kann dann in kurzer Zeit mehr geleistet und ergänzt werden, als es dem Einzelnen in derselben Zeit möglich gewesen sein würde.

[1]) V. Hensen. Ueber die Bestimmung des Plankton. Jahresber. der Kommission. 1887. pg. 80, 81. Fr. Schütt. Pflanzenleben der Hochsee. 1892. etc. Die biologischen Gruppen der „Planktondiatomeen" und „Grunddiatomeen" sind von Schütt aufgestellt; sie entsprechen ziemlich genau seiner systematischen Eintheilung in „Centricae" mit centrisch gebauten Schalen, deren Struktur regellos, centrisch oder radiär ist und „Pennatae" mit echt zygomorphen Schalen, deren Struktur gefiedert ist. cf. Engler-Prantl l. c. pg. 55.

[2]) G. Karsten. Untersuchungen über Diatomeen. I—III. Flora 1896. 286. 1897. 33 und 203.

Vorbemerkungen über den Bau der Diatomeenzelle.

Die von dem Verhalten aller anderen Pflanzenzellen nicht unbeträchtlich abweichende Organisation der Diatomeenzellen macht eine dem speciellen Theil voraufgehende Verständigung über diese Verhältnisse und eine dafür geeignete Bezeichnungsweise nothwendig.

Unsere Anschauungen über den Bau und die Entwickelung der Diatomeenzellen beruhen im Wesentlichen auf der Arbeit Pfitzer's: Bau und Entwickelung der Bacillariaceen[1]), in der die Zweischaligkeit der Zellwand und das Uebereinandergreifen dieser beiden Schalen, in der Art des Uebergreifens eines Deckels über die zugehörige Schachtel festgestellt wurden. Da somit eine Schale jeder Zelle kleiner sein muss als die andere, da ferner bei jeder folgenden Zelltheilung immer kleinere Schalen in die älteren eingeschachtelt werden, so müsste sich eine stetige Minderung der Zellgrösse ergeben — denn erfahrungsmässig findet ein nachträgliches Wachsthum der einmal gebildeten Schalen nur in ungenügender Weise statt, — wenn nicht mit der Auxosporenbildung ein Glied in die Entwickelungsreihe eingeschoben wäre, das mit einem Schlage die ursprüngliche Zellgrösse als neuen Ausgangspunkt der ununterbrochen weitergehenden Theilungen wiederherstellt.

Zur genaueren Orientirung über die stereometrischen Verhältnisse der Zellen folgen wir den Ausführungen O. Müller's[2]) in seiner Arbeit: Ueber Achsen, Orientirungs- und Symmetrieebenen bei den Bacillariaceen.

Müller nennt die übergreifende Zellhälfte Epitheca, die umschlossene die Hypotheca. Die Schalen nennt er Valvae, die Gürtelbänder Pleurae. „Die Epitheca besteht mithin aus der Epivalva (der grösseren Schale) und der Epipleura (dem übergreifenden Gürtelbande); die Hypotheca aus der Hypovalva (der kleineren Schale) und der Hypopleura (dem umschlossenen Gürtelbande). Zwischen Schalen und Gürtelbändern sind häufig noch andere Zellhautstücke eingeschaltet, welche ich Zwischenbänder genannt habe, und die ich mit Copulae bezeichnen will“[3]).

Epitheca und Hypotheca sind zwar niemals gleich, aber in den meisten Fällen gleichartig oder ähnlich.

Die Zellen der Diatomeen sind nach dem vorher Gesagten eines allseitigen Wachsthumes nicht fähig, ohne dass wir eine befriedigende Erklärung dafür geben können. Nur die übereinandergreifenden Ränder der Gürtelbänder können sich gegen einander verschieben, so dass bei Volumzunahme des plasmatischen Inhaltes die Abstände der Schalen von einander vergrössert werden. Ich sehe nicht ein, warum dieser Vorgang nicht als Längenwachsthum bezeichnet werden sollte. Damit ist die Richtung der morphologischen Längsaxe gegeben. Müller nennt sie Pervalvaraxe. „Pervalvaraxe ist diejenige Linie, welche von dem Mittelpunkt der Theilungsebene den Zellraum in epithecaler und hypothecaler Richtung und in gleichen Abständen von homologen Punkten der umschliessenden Wandflächen durchsetzt und die Mittelpunkte beider Schalen (Valvae) verbindet“[3]).

Die bereits erwähnte Theilungsebene, d. h. die Ebene in welcher die bei erfolgender Zelltheilung neugebildeten Schalen Rücken an Rücken liegen würden, bezeichnet Müller als „Valvarebene“.

Ist diese Valvarebene ein Kreis, so sind alle durch den Mittelpunkt dieses Kreises, der zugleich die Mitte der Pervalvaraxe ist, gehenden Transversalaxen der Zelle gleich. Die Umrisse der Valvae sind dann auch kreisförmig. Geht die Form der Valvarebene aus der kreisförmigen in eine mehr elliptische über, so werden die verschiedenen Transversalaxen ungleich. Die grosse Axe der Ellipse ist die „Apicalaxe“ Müller's, die kleine die „Transapicalaxe“.

Bei den hier zunächst in Frage stehenden Formen der pennaten Diatomeen, welche in der Richtung der längsten Ausdehnung ihrer Schalen eine Raphe oder Pseudoraphe führen, läuft also die Apicalaxe in Richtung der Raphe und verbindet die Endpunkte der Schale (Apices) mit dem Mittelpunkte der Pervalvaraxe. Die durch diese Apicalaxe und die Pervalvaraxe gelegte Ebene ist Müller's „Apicalebene“.

Aus dem vorher Gesagten erhellt, dass auch die Valvarebene durch die Apicalaxe — und durch die dritte Axe, die Transapicalaxe — gelegt ist.

[1]) Botan. Abhandlungen aus dem Gebiet der Morphologie und Physiologie, herausgegeben von J. Hanstein. II. Bonn 1871.

[2]) Ber. d. D. Bot. Ges. 1895. XIII. 222.

[3]) O. Müller, l. c.

Nehmen wir die noch fehlende Ebene hinzu, welche durch dieselbe Transapicalaxe und die Pervalvaraxe gelegt ist, so haben wir Müller's „Transapicalebene", die mit anderen Worten dem „medianen Querschnitt" einer langgestreckten Synedra- oder Pleurosigmazelle entspricht. —

Mit Hülfe dieser eindeutigen morphologischen Bezeichnungen lässt sich nun eine Orientirung in den oft verwickelten Symmetrieverhältnissen der Diatomeenzellen durchführen.

Die genannte grundlegende Arbeit von O. Müller erschien Juni 1895. Die Zusammenfassung im Engler-Prantl ist im Juli 1896 gedruckt. Da ist es denn völlig unverständlich, dass der Autor dieser Zusammenfassung sich veranlasst gefühlt hat, der klaren und wohldurchdachten Nomenclatur Müller's eine neue gegenüberzustellen, der man den Vorzug der Klarheit nicht nachrühmen kann [1]). Man muss daher, sobald es sich um Klarlegung von Symmetrieverhältnissen der einzelnen Zellen ohne jede Rücksichtnahme auf die Umgebung handelt, stets auf Müller's Ausführungen und Bezeichnungen zurückgreifen.

Etwas anderes ist es, wenn man beabsichtigt, biologischen Fragen Rechnung zu tragen, wie es im allgemeinen Theil dieser Arbeit versucht werden soll. Dann spielt die Beziehung der Zellen zum Substrat, auf dem sie haften, über welches sie hingleiten u. s. w. eine zu bedeutende Rolle, um übersehen werden zu dürfen. Es wird daher in den folgenden Einzelbeschreibungen häufig von der unteren oder oberen Schale, von der unteren und oberen Gürtelseite die Rede sein, womit jedes Mal die dem Substrat zu- resp. von ihm abgekehrte, meist morphologisch noch näher bezeichnete Schalen- resp. Gürtelseite gemeint sein soll.

Weitere im speciellen Theil angewandte Benennungen werden am betreffenden Orte ihre Erläuterung finden.

[1]) Schon die Bezeichnung „Transversalaxe" und „Transversalschnitt" sind nicht eindeutig. l. c. 43 ff.

Specieller Theil[1]).

I. Fragilarieen.

Bei Schütt bilden die Tabellarieen den Anfang der pennaten Diatomeen, was insofern berechtigt ist, als wir in ihnen unzweifelhaft die ältesten Formen erkennen können. Des einfacheren Baues wegen stelle ich hier die Fragilarieen voran, welche ausserdem die einzigen, in fast allen Vertretern dem Plankton angehörenden pennaten Formen enthalten; es bleibt so der für die Darstellung geeignetere Fortschritt vom Einfachen zum Complicirteren gewahrt.

Nehmen wir die Gruppe der Fragilarieen in dem Umfange, wie sie von Schütt[2]) aufgestellt ist, so fällt das Genus Synedra und nächstverwandte mit darunter.

Die Zellen der Gruppe sind charakterisirt durch ihre mehr oder weniger langgestreckte Form in Schalen- wie in Gürtelansicht. Pseudoraphe vorhanden oder fehlend, Schalenzeichnung in Form von punktirten Strichen rechtwinkelig zur Pseudoraphe. Kiel, Rippen, (bis auf Thalossiothrix!) Mittel- und Endknoten fehlen.

Chromatophoren 1, oder 2—4 Platten, oder zahlreiche kleinere Körnchen oder Scheiben.

Genus 1. *Fragilaria* Lyngb.

Zellen in Gürtelansicht rechtwinkelig, zu Ketten oder Bändern verbunden dadurch, dass die Schalen Rücken an Rücken aneinander haften.

Die Chromatophoren der wenigen mir zu Gesicht gekommenen Individuen waren stets äusserst zart gefärbt und schwer zu erkennen, doch glaube ich ein Chromatophor in jeder Zelle, einer Gürtelseite anliegend und mit den uneingeschnittenen Rändern die andere erreichend, nachweisen zu können[3]). Auxosporenbildung unbekannt.

1. *Fragilaria striatula* Lyngb. (1.)

12—24 μ.

Gürtelseite rechteckig. Gürtelbänder zart längsgestreift. Individuen mit den ganzen Schalen aneinanderhaftend, in lange Ketten vereinigt. Schalen mit sehr dichten Strichen rechtwinkelig zur Längsrichtung der Schale bedeckt.

1 Chromatophor in jeder Zelle, einer Gürtelseite anliegend, die Ränder umgeschlagen. Medianes Plasmaband enthält den Kern.

Die Form im Küstensand zu allen Jahreszeiten; häufig, aber leicht zu übersehen.

D. T. 695.

V. H. Treat. 324. XXX. 842.

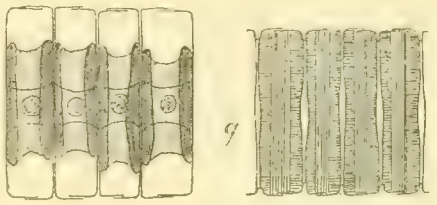


Fig. 1. *Fragilaria striatula*. 1000 : 1.

[1]) Die Aufeinanderfolge der Unterfamilien innerhalb der pennaten, hier allein in Frage stehenden, Diatomeen entspricht im Allgemeinen der von Schütt im Engler-Prantl gegebenen Anordnung. Wo Abweichungen vorgenommen sind, werden sie entweder am betreffenden Orte oder im allgemeinen Theil ihre Begründung finden.

Betreffs der Abkürzungen der Citate im speciellen Theil ist ihre Zusammenstellung zu vergleichen.

Für die Schalenzeichnung sind stets die Zahlenangaben im Text massgebend, die Figuren geben nur die Richtung der Striche etc. genau an.

[2]) Schütt in Engler-Prantl l. c. 114 ff.

[3]) E. Pfitzer. Bau und Entwicklung l. c. 107 und 120 giebt für *Fragilaria virescens* zahlreiche kleine Körner an und nach seiner Zusammenstellung müsste sich auch *Fragilaria hyalina* ebenso verhalten.

2. *Fragilaria Crotonensis* (A. M. Edwards) Kitton. (2.)

ca. 100 μ.

Gürtelseite zwischen Mitte und Schalenende ausgerandet. Individuen mit den Schalenseiten in der Mitte aneinanderhaftend in lange Ketten vereinigt.

Schalen schmal lineal, ebenfalls zwischen Mitte und Ende beiderseits etwas ausgerandet.

Kurze, zarte Striche oder Perlen an den Kanten der Gürtelseite vorhanden etwa 15 auf 10 μ.

1 Chromatophor einer Gürtelseite anliegend mit den Rändern bis auf die andere umgeschlagen. (Fig. 2.)

D T. 683

V. H. Syn 156. XL. 10.

Süsswasserform, die jedoch Januar – März 1898 im Plankton des Kieler Hafens nicht selten war.

3. *Fragilaria vitrea* Ktzg. = *hyalina* Grun. var. *vitrea* erwähnt bei Juhlin-Dannfelt. 44.
4. *Fragilaria pacifica* Grun. = *Opephora pacifica* Petit. ibidem.
5. *Rhaphoneis (= Fragilaria) amphiceros* Ehr. ibidem.

Diatoma vulgare Bory. und *D. tenue* Ag. mit zahlreichen Variationen, Süsswasserformen, erwähnt Juhlin-Dannfelt 44.

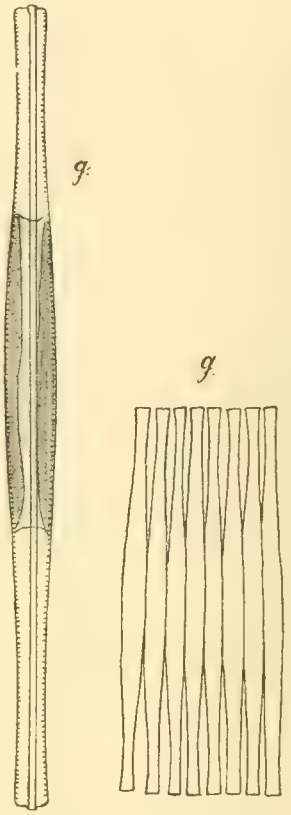


Fig. 2. *Fragilaria Crotonensis.* 1000 resp. 500 : 1.

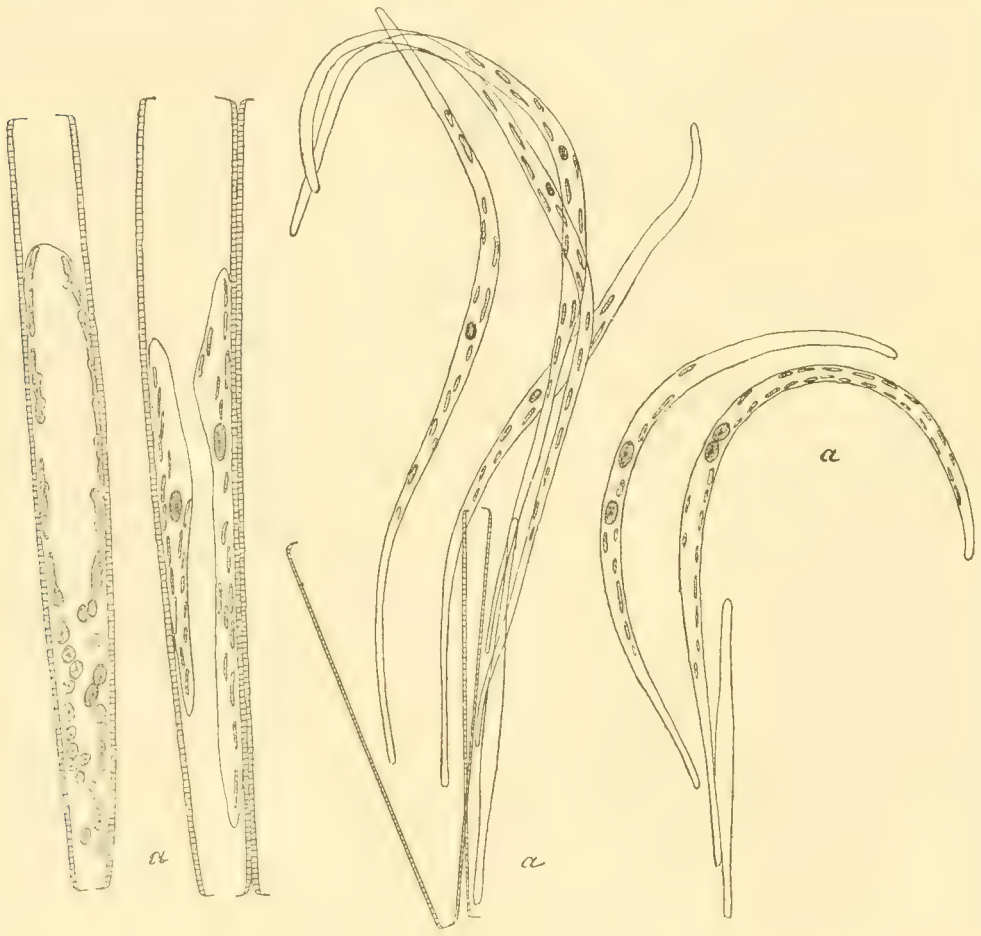


Fig. 3. Auxosporenbildung von *Synedra affinis.* 500 : 1.

Genus 2.

Synedra Ehr.

Schalen langgestreckt, in Gürtelansicht wie in Schalenansicht meist lineal; die Schalenenden in Schalenansicht abgerundet oder zugespitzt. Eine Pseudoraphe ist stets vorhanden.

Die Zellen sitzen einzeln oder büschelförmig vereinigt auf anderen Pflanzen oder todtem Substrat, wo sie sich mit Hülfe kleiner, an den Schalenenden ausgeschiedener Gallertpolster befestigen.

Die Chromatophoren der marinen Arten fand ich stets in Form zahl-

reicher Scheibchen von oval-rundlicher oder polygonaler Umrissform, meist mit einem kleinen Pyrenoïd in der Mitte der Scheibe; Süsswasserformen haben 2 den Gürtelseiten anliegende Platten.

Die Auxosporenentwickelung [1]) konnte ich an *Synedra affinis* beobachten. (Fig. 3.)

Es ist zur Bildung der Auxosporen nur eine einzelne Mutterzelle nothwendig, doch zeigt sich unter günstigen Bedingungen der Vorgang bei allen Individuen einer Kolonie gleichzeitig. Jede Zelle tritt dabei in Theilung ein. Nachdem 2 Kerne gebildet sind, werden die Schalen auseinandergedrängt, das Plasma theilt sich in 2 Portionen, deren jede einen Kern und eine Anzahl von Chromatophoren erhält und sich zunächst der Innenseite einer Schale anschmiegt. Dann beginnt eine ausserordentlich starke und schnell von Statten gehende Streckung der bereits von kieselsäure-haltigem Perizonium umgebenen Tochterzelle. Durch ungleichmässige Wachsthumsvertheilung kommen mehr oder weniger stark gebogene Gebilde zu Stande, doch wird die Krümmung meist im Laufe der Weiterentwickelung wieder ausgeglichen. Gallertbildung findet bei dieser Auxosporenentwickelung nicht oder kaum statt. Schliesslich werden innerhalb des Perizoniums und zwar ihm dicht angeschmiegt, die Schalen angelegt.

Während des Längenwachsthumes der Auxospore erleidet der Kern eine Veränderung. Er tritt in eine Art von Theilungszustand ein, der oft, jedoch nicht regelmässig, 2 gleiche Kerne liefert, diese verschmelzen nach kurzer Zeit wieder miteinander, so dass im fertig ausgebildeten Tochterindividuum ganz regelmässig nur ein Kern vorhanden ist.

Der ganze Vorgang der Auxosporenentwickelung ist demnach eine modificirte Zelltheilung. Es entstehen auf asexuellem Wege aus einer Mutterzelle zwei Auxosporen.

Es mag diese Form der Auxosporenbildung als Typus I bezeichnet sein [2]).

1. *Synedra crystallina* Ktzg. (3.)

420 : 14 μ.

Gürtelseite bildet ein schmales langgezogenes Rechteck.

Schalen lang lineal mit abgerundeten Enden.

Pseudoraphe median, an den Enden minder deutlich als in der Mitte. Eine rings dem Umfang parallel laufende glatte Linie ist der Pseudoraphe etwas näher als dem Rande. Die ganze Schale ist rechtwinkelig zur Pseudoraphe deutlich gestreift, 9 Striche auf 10 μ, Striche grob geperlt. (Fig. 4.)

Chromatophoren bestehen aus zahllosen kleinen runden-ovalen Körnchen, die an der ganzen Oberfläche dicht gedrängt liegen; Pyrenoïde fehlen.

D. T. (unter Ardissonia) 673.

V. H. Syn. 153. XLII. 10.

W. Sm. I. 74. XII. 101.

Juhlin-Dannfelt 43.

Die Form ist bei Boje C, der Heulboje, Eckernförder Mittelgrund u. s. w. auf Polysiphonia byssoïdes und anderen Algen stets sehr häufig.

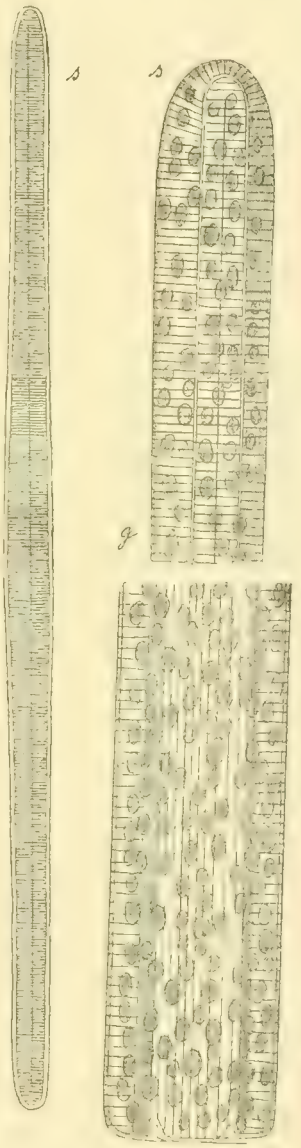


Fig. 4. *Synedra crystallina*. 1000 : 1. s = 320 : 1.

2. *Synedra Ulna* Ehr. var. *splendens* Ktzg. (4.)

296 : 7—8 μ am Schalenende : 5 μ.

Gürtelseiten lineal.

Schalen lineal, an den Enden verjüngt, abgerundet.

[1]) G. Karsten. Diatomeen II. 33. 1897.

[2]) cf. G. Karsten. Neuere Untersuchungen über die Auxosporenbildung der Diatomeen. Annales de Buitenzorg. Suppl. Band 2. 47. 1898.

Pseudoraphe in der Schalenmitte, der Länge nach verlaufend. Striche rechtwinkelig zur Pseudoraphe, 8—9 auf 10 μ. In der Mitte der Schale lassen die Striche jedoch einen rechteckigen Raum frei. (Fig. 5.)

Chromatophoren 2, den Gürtelseiten anliegend, doch verschiedentlich auf die Schalen übergreifend.

D. T. 653.

V. H. Syn. 150. XXXVIII. 2.

Juhlin-Dannfelt 41 und var. *obtusa*.

Ende März 1898 im Plankton des Kieler Hafens; die Form ist wohl eigentlich im Süsswasser zu Hause.

3. *Synedra Gallionii* Ehr. (5.)

360 : 11 μ.

Gürtelseite lineal mit querabgeschnittenem Ende. Schale lineal mit abgerundetem Ende.

Pseudoraphe breit. 9—10 Striche auf 10 μ, rechtwinkelig zur Pseudoraphe; sie bedecken die ganze Länge der Schalen, nur das abgerundete Ende bleibt frei. (Fig. 6.)

Chromatophoren in Form überaus zahlreicher ovaler-elliptischer Plättchen, deren jedes mit einem Pyrenoïd versehen ist.

D. T. 658.

W. Sm. I 74. XXX. 265.

V. H. Syn. 152. XXXIX. 18.

Juhlin-Dannfelt 43.

Im Oktober bei Korügen im Küstensand und an Pfählen.

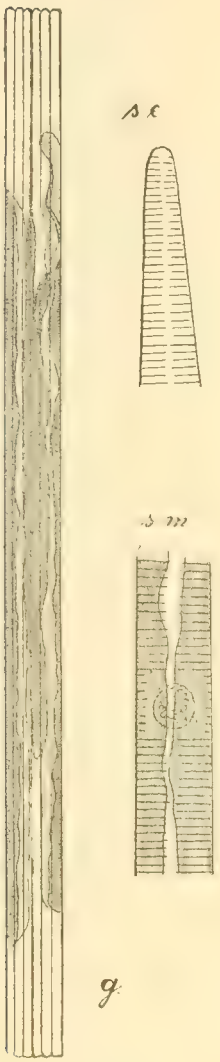


Fig. 5. *Synedra Ulna* var. *splendens*.
1000 : 1. g = 500 : 1.

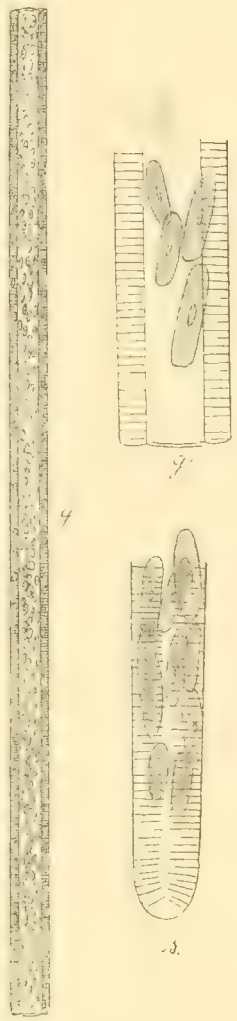


Fig. 6. *Synedra Gallionii*.
1000 : 1. g = 320 : 1.

4. *Synedra affinis* Ktzg. (6.)

84—572 μ : 6 μ.

Gürtelseiten lineal, in der Mitte etwas verbreitert. Individuen oft reihenweis in Kolonien mit den Schalen aneinanderhaftend, jedoch in Folge der grösseren Breite der Zellmitte nur von dem am Substrat befestigten Ende bis zur Mitte; am freien Ende fächerförmig auseinander spreizend.

Schalen lineal, gegen die Enden hin verjüngt. Schalenzeichnung besteht in randständigen kurzen Strichen, 8—9 auf 10 μ. (V. H. 13 bis 14 auf 10 μ.) Die Striche lassen eine lanzettliche Pseudoraphe in der Mitte frei. (Fig. 7.)

Chromatophoren zahlreich, den Gürtelseiten oft fast lückenlos anliegend; in jedem Chromatophor ein, nur in gefärbtem Zustande deutliches, Pyrenoïd.

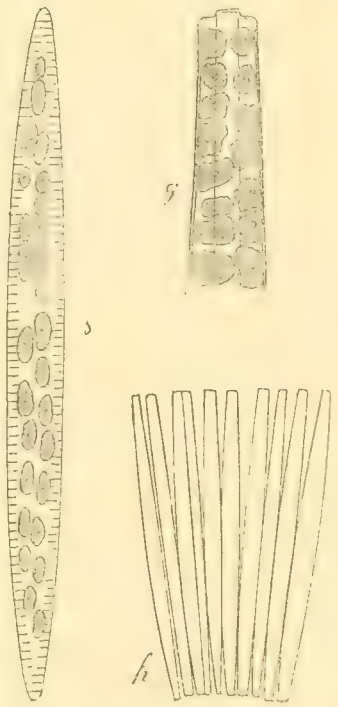


Fig. 7. *Synedra affinis*.
1000 : 1. h = 250 : 1.

Auxosporenbildung ungeschlechtlich, aus jedem Mutter-Individuum 2, zunächst meist kreisförmig zusammengebogene Auxosporen. cf. Fig. 3.

D. T. 661.

W. Sm. I 73. XII 96. 97.

V. H. Syn. 153. XLI. 9—19.

Juhlin-Dannfelt 42, zahlr. var.

Sehr variabele Form, deren Zerlegung trotzdem unthunlich erscheint.

Sie ist überall im Gebiet häufig, im flachen Wasser wie bei Boje C, auf Pfählen wie auf anderen Algen.

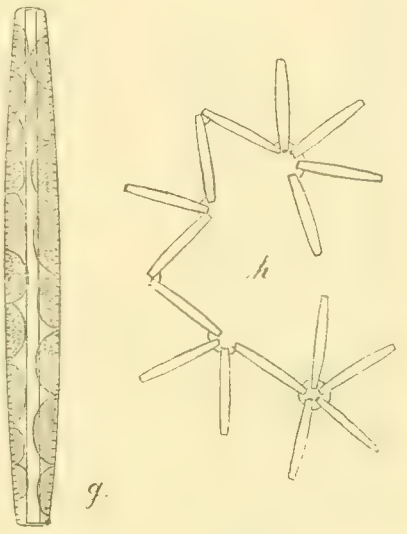


Fig. 8. *Synedra nitzschioïdes.* 1000 : 1. h = 195 : 1.

5. *Synedra nitzschioïdes* Grun. (7.)

63—94 μ.

Gürtelseite lineal, in der Mitte wenig breiter als an den Enden.

Schalenseite lineal. Am Rande kurze, knopfförmig verdickte Striche, 10 auf 10 μ.

Chromatophoren zahlreich, rundlich-oval, den Schalen dicht gedrängt anliegend und auf die Gürtelseiten mit den Rundungen übergreifend. Pyrenoïde fehlen. (Fig. 8.)

D. T. 672.

V. H. Syn. 153. XLIII. 7—10.

Grunow. Oesterr. Diatomaceen I. 403. VIII. 18 a, b.

Diese Form zeigte sich im Januar 1898 im Plankton des Kieler Hafens und bildete durch kleine, an den Enden der Zellen ausgeschiedene Gallertpolsterchen zusammengehalten, zierliche Stabfiguren.

6. *Synedra undulata* (Bailey) Greg.

ist, wie aus Präparaten und Aufzeichnungen von J. E. Lüders hervorgeht, früher im Kieler Hafen gefunden worden.

Synedra radians Ktzg., *S. delicatissima* Sm. und *S. pulchella* Ktzg. var. Süsswasserformen, erwähnt von Juhlin-Dannfelt.

7. *Synedra* spec. *(Hennedyana* Greg?). (8.)

98—216 : 3—5 μ.

Anhangsweise mag diese Form hier erwähnt sein, welche wahrscheinlich nicht mit der *S. Hennedyana* zu identificiren sein wird, sich aber sonst nirgends unterbringen lässt.

Schalen lang lineal, gegen die Enden hin plötzlich verschmälert, Enden knopfförmig verdickt. Pseudoraphe fehlt, die ganze Schalenoberfläche mit feinen Pünktchen bedeckt.

Mehr oder weniger zahlreiche, ziemlich grosse (gegenüber den andern Synedra-arten) Chromatophoren sind unregelmässig im Zellraum vertheilt und der Oberfläche angeschmiegt. (Fig. 9.)

Nach dem bisher Gesagten hätte ich kein Bedenken getragen, die Form mit der oben genannten zu identificiren. Doch zeigt die Art im lebenden Zustand eine ausserordentlich lebhafte Bewegung wie die leichtest beweglichen Nitzschia- oder Navicula-Formen. Da ich keine Spur einer Raphe oder eines Kieles zu entdecken vermochte, auch die für Cylindrotheka angegebene Schalenzeichnung fehlt, so ist zunächst räthselhaft, wo in diesem Falle die Bewegungsorgane zu suchen sind.

Die Form trat im März—April 1897 im Küstensand bei Korügen auf und fand sich Juni—Juli 1898 in den verschiedenen Schlickproben aus der Eckernförder Bucht.

Fig. 9. *Synedra* spec. *(Hennedyana?)* 1000 : 1. resp. 250 : 1.

Genus 3. *Asterionella* Hass.

Zellen Synedra ähnlich, doch die Enden in Schalenansicht etwas kopfförmig aufgeschwollen, in Gürtelansicht etwas verbreitert, und zwar Verbreiterung wie Aufschwellung an beiden Zellenden meist ungleichmässig. Mit dem dickeren Ende zu sternförmigen Kolonien vereinigt.

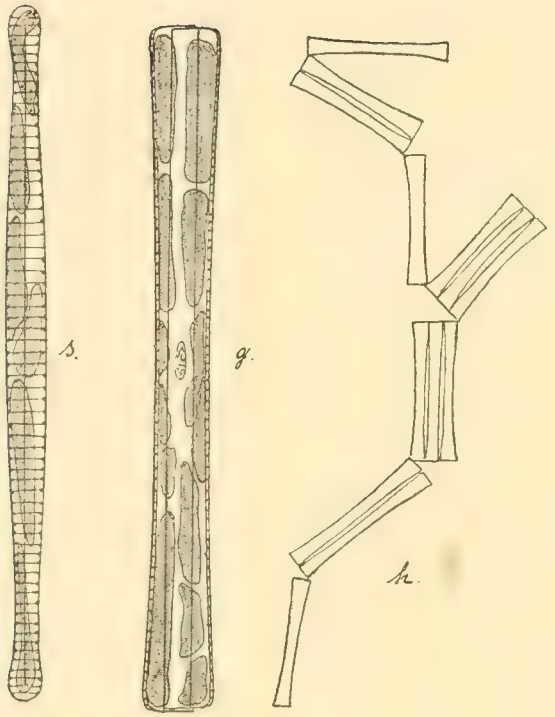


Fig. 10. *Asterionella Bleakeleyii.*
1000 : 1. h = 250 : 1.

1. *Asterionella Bleakeleyii* W. Sm. (9.)

50—85 : 4—5 μ.

Gürtelseite lineal, in der Mitte deutlich eingezogen, die Enden verbreitert.

Schale schmal lineal, an den Zellenden und in der Mitte etwas aufgeschwollen, dazwischen verschmälert. Eine gerade Linie die in der Mitte der Schale verläuft, ohne jedoch die beiden Enden zu erreichen, bildet die oft schwach ausgeprägte Pseudoraphe. Striche rechtwinkelig zur Pseudoraphe 9—10 auf 10 μ, die den Zellenden am meisten genäherten erreichen die Pseudoraphe nicht. (Fig. 10.)

Chromatophoren 10—20 ziemlich gross, etwa rechteckig; sie liegen mit den flachen Seiten den Gürtelseiten an. Pyrenoïde fehlen.

D. T. 679.
W. Sm. II. 82.
V. H. Syn. LII. 1.

Die Form fand sich in einer Planktonaufsammlung, die aus dem März 1898 stammend bis in den Juni stehen geblieben war.

Genus 4. *Thalassiothrix* Cleve et Grun.

1. *Thalassiothrix longissima* Cl. et Grun. (10.)

1—2,5 mm : 5—10 μ.

Gürtelseiten langgezogene Rechtecke, gegen die Mitte etwas verbreitert; Enden eingebuchtet

Schalen schmal, lineal, leicht gebogen, Enden abgerundet, ungleich. Die Schalen führen ihrer ganzen Länge nach in der Mitte eine rückenartige Erhöhung, so dass die Valvarschnitte quadratisch-rechteckig ausfallen. Dieser Rücken, wie die Schalenkanten sind mit kurzen, zur Längsausdehnung der Schale rechtwinkeligen Strichen oder kleinen mit Riefen abwechselnden Rippchen versehen, 9—10 auf 10 μ. Bei der ungeheueren Länge der Zellen findet sich eine sehr geringe Torsion um die Apicalaxe, welche bewirkt, dass, wenn das eine Schalenende in Gürtelansicht liegt, das Zugehörige etwa, doch nicht ganz, Schalenansicht zeigt. Genauere Angaben über den Bau der Form finden sich bei O. Müller II. (Fig. 11.)

Chromatophoren zahlreich, scheibenförmig. Jedes führt ein Pyrenoïd.

D. T. 672.
V. H. Treat. 322.
Cleve et Grunow. Arctische Diat. 108.
Im März im Plankton nicht selten.

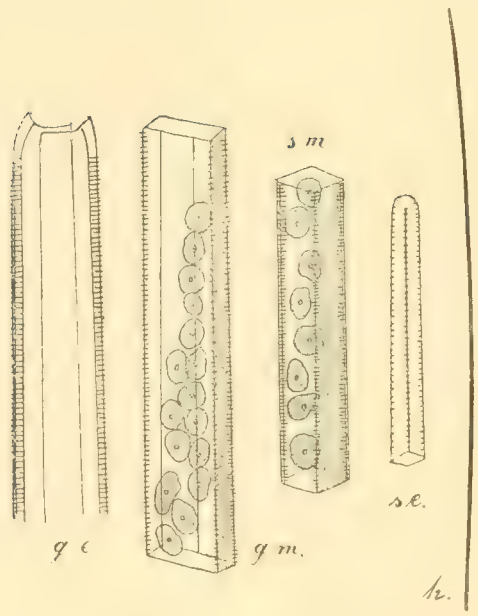


Fig. 11. *Thalassiothrix longissima.*
1000 : 1. h (a, b) = 1

II. Tabellarieen.

Die Gruppe der Tabellarieen ist im Gebiet vertreten durch Angehörige der Gattungen *Grammatophora*, *Striatella* und *Rhabdonema*.

Diese 3 Genera besitzen rechteckige Gürtelseiten. Die Schale ist von lineal-lanzettlichem Umriss, meist mit medianer Pseudoraphe versehen. Eine Eigenthümlichkeit der Gruppe besteht darin, dass zwischen die beiden Schalen Zwischenbänder mit Septen eingeschoben werden. Diese Septen sind entweder in jeder Zelle in Zweizahl vorhanden wie bei *Grammatophora*.

Hier entstehen sie an den neugebildeten Schachtelwänden in der Weise, dass von der neuen Wand her eine Lamelle in der für jede Species charakteristischen Form nach und nach ins Zelllumen eingeschoben wird, bis nur noch eine ovale Oeffnung in der Mitte bleibt und die Kommunikation der 3 Kammern der Zelle in Richtung der Pervalvaraxe gestattet.

Bei *Striatella* und *Rhabdonema* werden dagegen Septen in unbestimmter, oft sehr beträchtlicher Zahl eingeschoben. Sie haben hier in der Form und Zeichnung eine gewisse Aehnlichkeit mit den Schalen selbst, von denen sie sich durch die bei den verschiedenen Species in verschiedener Weise hergestellten Oeffnungen, durch welche die einzelnen Kammern der Gesammtzelle miteinander in Verbindung bleiben, unterscheiden. Deshalb können die Septen hier auch wohl als Zwischenschalen bezeichnet werden[1]).

Jede Zelle führt einen, meist genau im Centrum liegenden Zellkern; bei sehr beträchtlicher Verschiedenheit der Länge beider Schalen fällt aber auf, dass der Kern die Lage unter den Gürtelbändern festhält.

Eine zweite Eigenthümlichkeit ist die Form, Lagerung und Beschaffenheit der Chromatophoren. (Fig. 12. 1—6).

Die einfachsten Verhältnisse finden wir wieder bei *Grammatophora*. Wie Fig. 12. 1. zeigt, ist in jeder Zelle ursprünglich ein einziges Chromatophor vorhanden, welches ein central gelegenes, in der intakten Zelle vom Zellkern verdecktes Pyrenoïd führt[2]). Durch die ins Zelllumen einwachsenden Septen wird das Chromatophor nach und nach tief gespalten. Es braucht kaum darauf hingewiesen zu werden, dass natürlich, wie die Zellwände selbst, so auch ihre Septen und die dadurch bedingten Lappen der Chromatophoren von verschiedenem Alter sein müssen. Fig. 12. 1. lässt den Vorgang an den Chromatophoren zweier gerade von einander getrennten Schwesterzellen sehr deutlich hervortreten. Diese Lappen bleiben aber stets in Verbindung mit dem Pyrenoïd, höchstens kann durch eine Zerschnürung des Pyrenoïdes selbst das Chromatophor in zwei gleichwerthige Hälften zerlegt werden. Fig. 12. 2. zeigt ganz rechts die vor der Zelltheilung

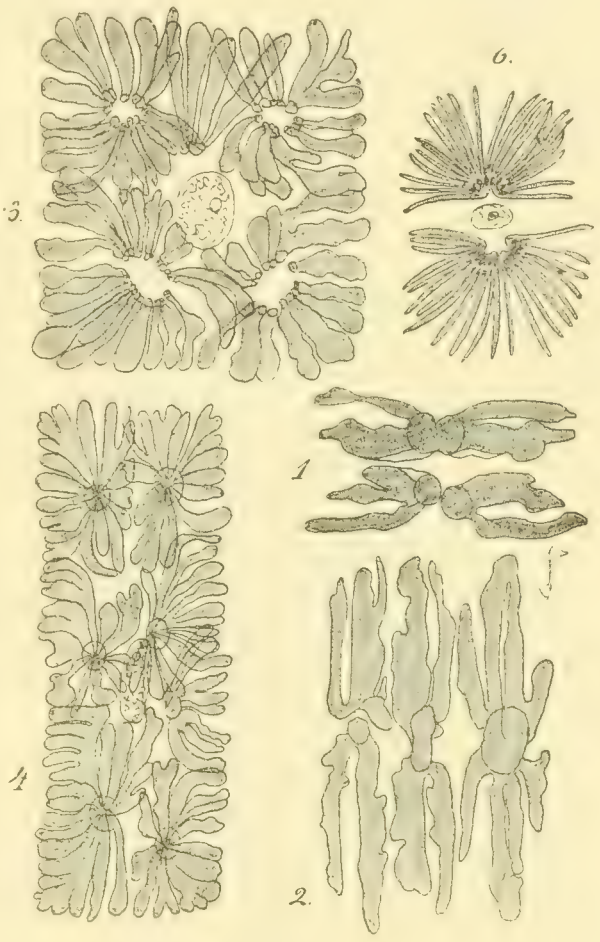


Fig. 12. Chromatophoren der marinen Tabellarieen.
1. u. 2. *Grammatophora marina* 1000 : 1.
3. u. 4. *Rhabdonema arcuatum*, 3. 500 : 1. 4. 320 : 1.
6. *Striatella unipunctata* nach Schmitz copirt. 400 : 1.

[1]) Ueber die Bildung der Septen und die Bezeichnungsweise vergl. jedoch: O. Müller, Zwischenbänder und Septen der Bacillariaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1886. 310.

[2]) Die komplicirten Chromatophorenverhältnisse liessen sich am besten erkennen, wenn nach sorgfältiger Fixirung mit der vom Rath'schen Flüssigkeit die Zellwände bis zum Schwinden der für die Beobachtung unbequemen Schalenzeichnung mit Flusssäurelösung behandelt wurden. Alsdann traten die von Osmiumsäure und Pikrinsäure gebräunten Chromatophoren sehr klar hervor und geringfügige Eosinfärbung liess die Pyrenoïde scharf erkennen.

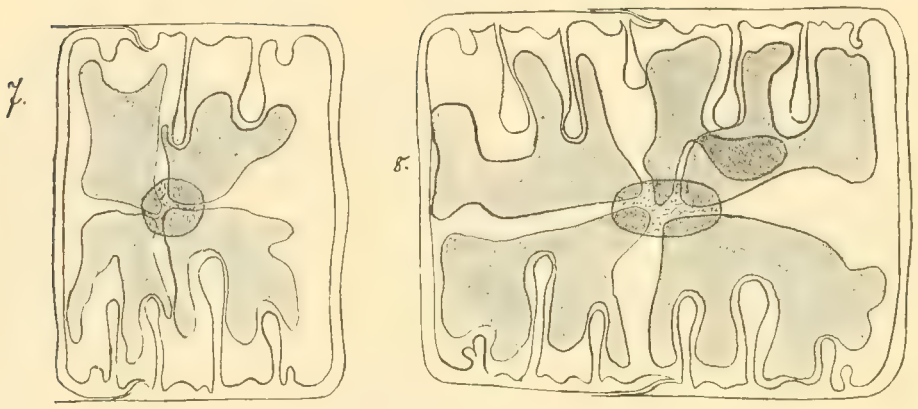


Fig. 13. 7. u. 8. *Rhabdonema minutum* mit Septen. 1000 : 1.

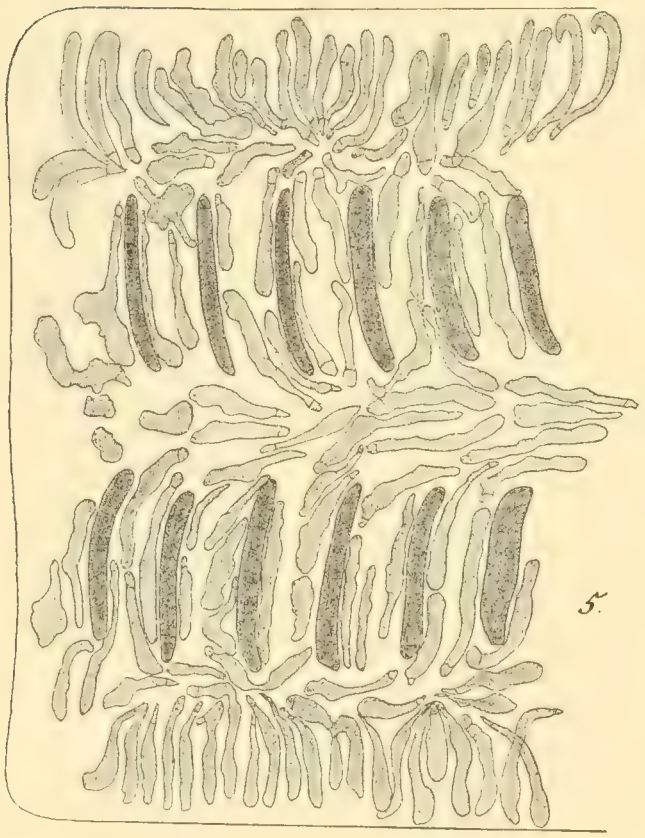


Fig. 14. 5. *Rhabdonema adriaticum* mit eingetragenen Mittelsepten. 1000 : 1.

eintretende Zerlegung des Chromatophores. Es wird dabei der Mittellappen der Länge nach durchgetheilt und auch das Pyrenoïd zerlegt. So ist also in der Mittellinie des Chromatophors und des Pyrenoïdes der Punkt, von dem aus stete Regeneration ausgehen muss, und es wird kein Stückchen des ersteren abgeschnitten, ohne vom gemeinsamen Pyrenoïd einen Antheil mitzuerhalten.

Analoge Verhältnisse zeigen Fig. 12. 3. 4. und Fig. 13. 7. 8. an *Rhabdonema*. Die kleinen Zellen von *Rhabdonema minutum* Fig. 13. 7. u. 8. führen statt des einheitlichen Chromatophors eine Rosette von verschiedenartigem, wiederum durch die einschneidenden Septen bedingtem Umriss. Die einzelnen Theile der Rosette sind aber noch deutlich auf ein Chromatophor mit centralem Pyrenoïd zurückzuführen; bei der Zerlegung hat jedes Einzelchromatophor einen Pyrenoïdantheil mit erhalten. Ganz ähnlich verhält sich *Rhabdonema arcuatum* (Fig. 12. 3. u. 4.). Der Grösse der Zelle entsprechend sind mehrere derartige „Central-Pyrenoïde" vorhanden. Die Zertheilung der Chromatophoren geht vom Rande her durch stets neu einschneidende Septen (auf der Innenseite freilich ohne äussere Veranlassung) stetig weiter. Jeder neu auftretende Lappen reisst bis auf das Central-Pyrenoïd hin ein und kann nur nach Zutheilung eines Pyrenoïdantheiles selbständig werden. So sehen wir in Fig. 12. 3. u. 4. an einzelnen Stellen neu angelegte Chromatophorenrosetten zwischen den alten in den 4 Ecken liegenden auftreten und mit der fortschreitenden Grössenzunahme der Zelle Schritt halten.

Auch *Rhabdonema adriaticum* Fig. 14. lässt das Gleiche erkennen, nur ist die Rosettenlagerung durch die Innensepten etwas verschoben. Jedes einzelne Chromatophor hat ein Pyrenoïdtheilchen am einen Ende, welches darnach als regeneratives Ende bezeichnet werden könnte.

In Fig. 12. 6. endlich ist *Striatella unipunctata* nach der Fig. 26 von Schmitz[1]) wiedergegeben, der die in das Plasma eingebetteten Pyrenoïde auf der Innenseite des Strahlenkranzes erkannte. Soweit ich im Stande war, an spärlichem Material die Beobachtung fortzusetzen, trennen sich häufig einzelne Strahlen mit je einem Pyrenoïdstückchen ab und rücken weiter gegen

[1]) Fr. Schmitz. Chromatophoren der Algen. pg. 40.

die Zellperipherie hin [1]). Es ist dann aber das Pyrenoïd stets mehr in der Mitte des Chromatophors gelegen und als geringe Anschwellung kenntlich, die auch die Eosinfärbung im Gegensatz zum übrigen Chromatophor sehr bald erkennen lässt. Darnach scheint es, dass isolirte Strahlen hier nicht wie bei *Rhabdonema* neue Centren für weitere Rosetten bilden, sondern in ihrer Lagerung und Form stets von den central gelegenen Rosetten beeinflusst bleiben.

Ziehen wir das gemeinsame Resultat dieser Beobachtungen, so ergiebt sich folgendes: Die Chromatophoren der Tabellarieen stellen einen sehr alten und primitiven Typus dar und lassen das Pyrenoïd als einen wichtigen Theil des Gesammtchromatophors erkennen. Kein Stückchen des Chromatophors kann selbständig werden, ohne von dem Pyrenoïd ein Stückchen mitzunehmen; jede Neubildung ist also an die Pyrenoïde gebunden. Damit dürfte ein ganz neuer Gesichtspunkt für die Beurtheilung dieser Organe gewonnen sein.

Die Zellen der Angehörigen dieser Gruppe sind in Folge Fehlens der Raphe oder entsprechender Organe unbeweglich, sie können nur passiv, etwa durch Strömungen einen Ortswechsel erleiden. Die Zellen haften entweder mit den ganzen Schalenflächen aneinander, oder sie sind an den Ecken durch kleine Gallertpolster zu Zick-Zacklinien verbunden. Sie finden sich meist auf oder zwischen grösseren, dichtrasigen Algen wie Sphacelarien und Polysiphonien, auch an Zosterablättern, seltener Brückenpfosten u. s. w., niemals aber oder doch nur zufällig auf Schlick oder auf kahlem Sandboden der Küste.

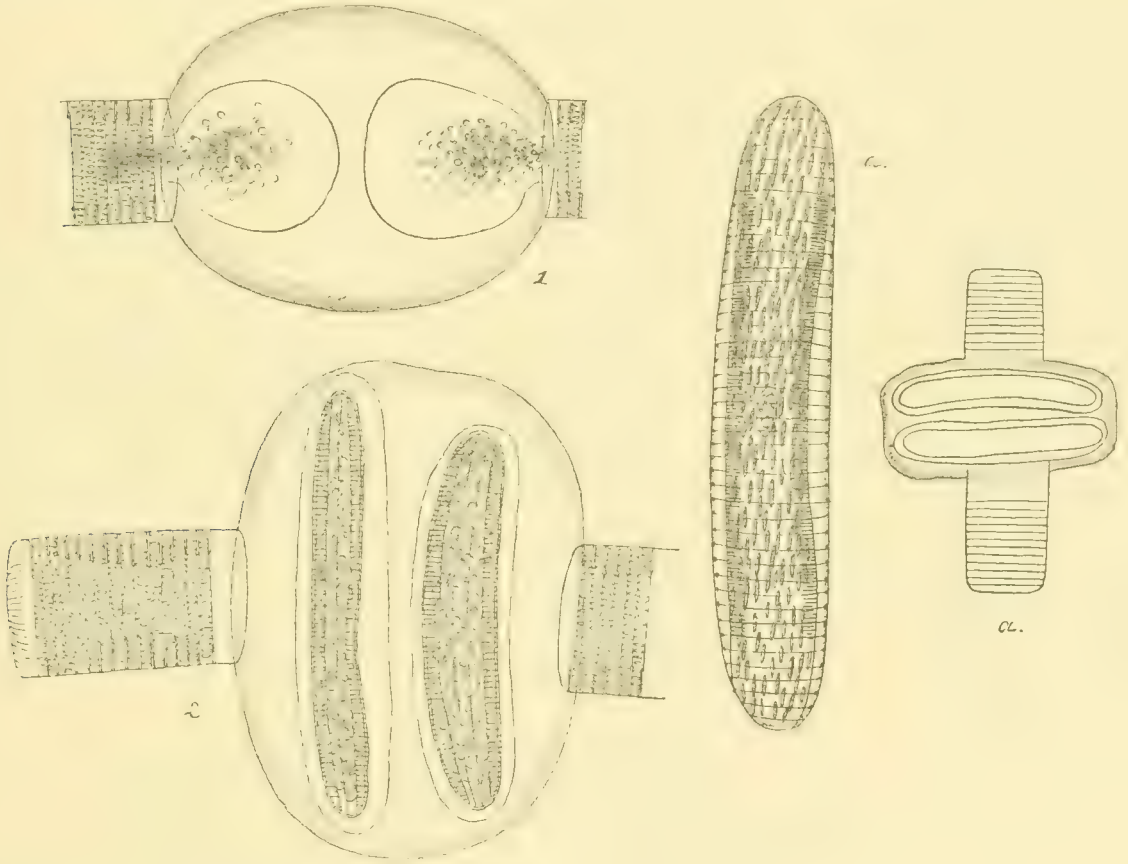


Fig. 15. Auxosporenbildung von *Rhabdonema arcuatum*. 1. und 2. nach W. Smith. 400:1. a. 320:1 und 130:1.

[1]) Für das regelmässige Vorhandensein solcher isolirten Chromatophoren spricht ihre von Schimper beobachtete Lagenänderung. Während sie in einem normalen ruhenden Individuum strahlenförmig ausgebreitet sind, ziehen sie sich auf Reizung durch Erschütterung, intensives Licht oder Dunkelheit dicht um den Kern zusammen, werden dabei kürzer und dicker. A. F. W. Schimper. Unters. über die Chlorophyllkörper etc. Pringsheim's Jahrb. f. w. B. XVI. 218. 1885. Ueber die nach Fertigstellung dieses Theiles des Manuskriptes eingetroffene Arbeit von P. Mitrophanow vergl. im allgemeinen Theil.

Die Auxosporenbildung ist beobachtet an *Rhabdonema arcuatum* [1]). (Fig. 15.) Aeltere mit zahlreichen Zwischenschalen versehene Zellen treten in eine Theilung ein. Die beiden Schalen rücken auseinander, doch unterbleibt die Bildung der einzuschachtelnden Wände zwischen den getrennten Plasmaansammlungen, deren jede einen Kern erhält. Statt dessen wird eine Menge von Gallerte ausgeschieden und von dieser Gallerte umhüllt und durch sie von einander getrennt, treten beide Plasmaklumpen aus den weit klaffenden leeren Schalen ins Freie. Sofort wird ein Perizonium von geringelter Oberfläche um jeden der 2 Plasmaklumpen gebildet und, stets eingeschlossen von der sich mit ausdehnenden Gallerthülle, wachsen beide Auxosporen zu einem die Mutterzelle 2—3 Mal an Grösse übertreffenden, cylindrisch oder etwas unregelmässig geformten Gebilde heran. Weitere Umformungen des Kernes wurden hier bisher nicht beobachtet. Die charakteristischen Rhabdonemaschalen werden entwickelt und unter Sprengung des Perizoniums nimmt die vergrösserte neue Generation die Art des Längenwachsthums der Mutterzellen unter Einschiebung von Zwischenschalen wieder auf.

Die von Lüders angegebenen mehrkernigen Rhabdonemazellen, denen allein die Auxosporenbildung zugeschrieben wurde, finden sich nicht; sie dürften auf Verwechselung mit den „Centralpyrenoïden" beruhen, wie bereits Schmitz annahm. Damit fallen auch die von Lüders angegebenen Kernverschmelzungen bei dem

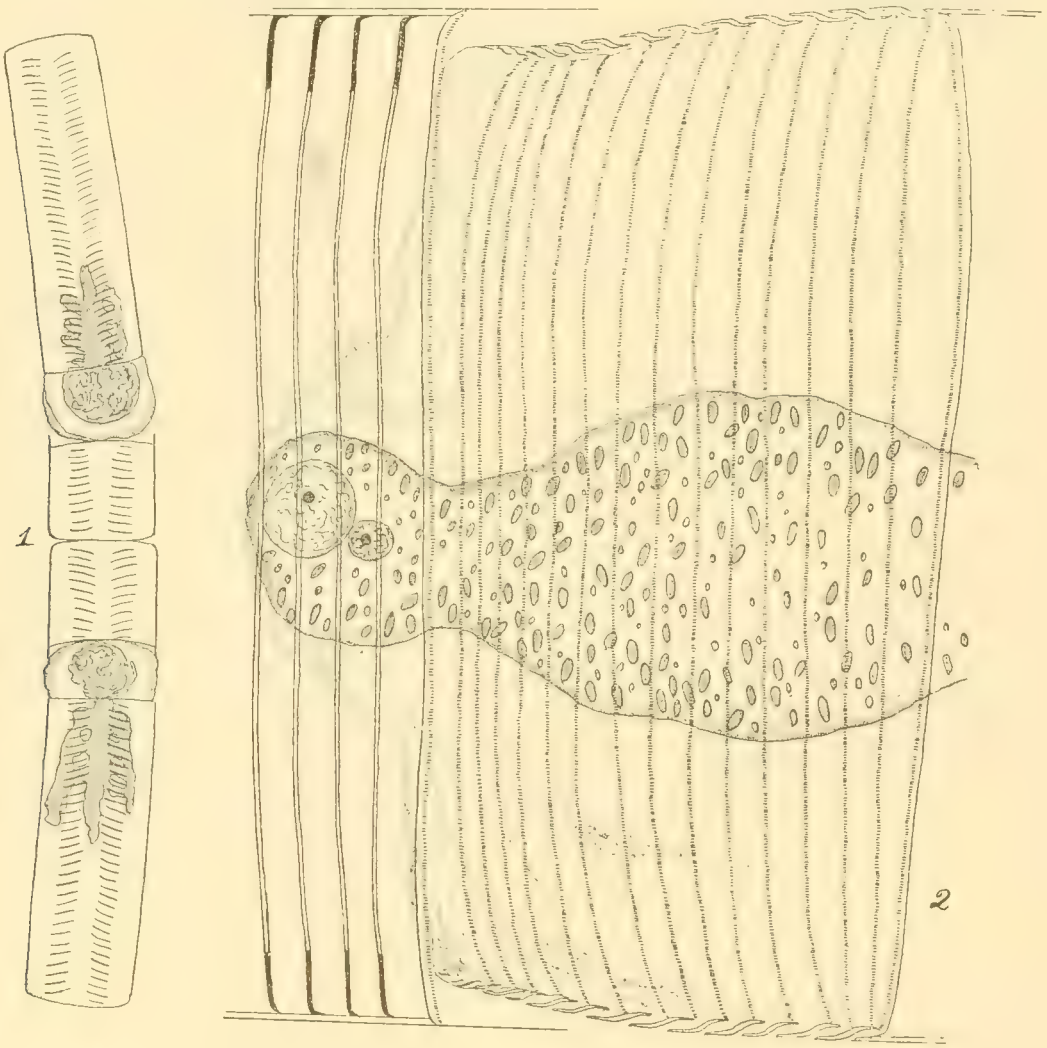


Fig. 16. Auxosporenentwickelung von *Rhabdonema arcuatum*. 1 = 130 : 1. 2 = 1000 : 1.

[1]) cf. W. Smith. Synopsis II. E. 305. J. E. Lüders. Botan. Ztg. 1862. 65. Taf. II. 11. G. Karsten. Neuere Untersuchungen über die Auxosporenbildung der Diatomeen. Annales de Buitenzorg. Suppl. 2. 1898. 47.

Austritt der Plasmamassen zum Zweck der Auxosporenbildung. Der Vorgang hat hier also völlig asexuellen Charakter, aus einer Mutterzelle entstehen zwei vergrösserte Tochterindividuen. Da in der Gallertbildung etwas wesentlich Neues nicht erblickt werden kann, so fällt auch die Auxosporenbildung von *Rhabdonema* unter Typus I.

An weiteren Tabellarieen ist Auxosporenbildung nicht zur Beobachtung gelangt. Schütt giebt zwar für *Tabellaria* an: „Auxosporen zwei aus einer Mutterzelle" Engler-Prantl l. c. 104, doch dürfte dies nur auf Verwechselung mit *Rhabdonema* beruhen, für welche Gattung keine Auxosporenbildung angemerkt ist.

Nachdem dies bereits geschrieben war, gelang es mir noch die Auxosporenentwickelung von *Rhabdonema adriaticum* zu verfolgen, welche von der bei *Rhabdonema arcuatum* beobachteten erheblich abweicht und daher eingehende Berücksichtigung verdient.

In dem beobachteten Material waren alle Zellen der einmal in Auxosporenbildung befindlichen Fäden fast gleichzeitig in die Entwickelung der neuen Generation eingetreten. Eigenartiges Wachsthum der Schalen ist das erste Anzeichen dafür. Während bei *Rhabdonema arcuatum* zwar eine ausschliessliche Betheiligung älterer, mit zahlreichen Zwischenschalen versehener Zellen kenntlich war, konnte ich weder bei meinen Beobachtungen noch aus den Zeichnungen von Smith oder Lüders eine regelmässige Verschiedenheit ihrer beiden Schalen nachweisen. Dagegen ist bei *Rhabdonema adriaticum* stets die jüngere Schale der zur Auxosporenbildung schreitenden Zellen der älteren sie umfassenden etwa 3-fach an Länge überlegen: so zählt man in Fig. 16. 10—12 zu 35—40 Zwischenschalen der beiden wiedergegebenen Zellen. Mit anderen Worten, es findet kurz vor der Auxosporenbildung eine sehr starke Volumzunahme der betreffenden Zellen statt, die in dem ausschliesslichen Wachsthum der jüngeren Schale ihren Ausdruck findet. Der Zellkern behält dabei stets seinen Platz unter dem die jüngere Schale umfassenden Gürtelbande der älteren bei, wird also aus der eigentlichen Zellmitte mehr und mehr verdrängt. Erheblich mehr als 35—40 Zwischenschalen scheinen nicht gebildet zu werden, doch tritt noch ein weiteres Mittel der Zellverlängerung in Thätigkeit. Die jüngere Schale bildet ihr Gürtelband aus und schiebt sich damit aus dem Gürtelbande der älteren Schale hinaus. Und zwar bleibt die Entwickelung mit Bildung eines Gürtelbandes nicht stehen, ein 2., 3., 4. Zwischenband setzt sich daran. Ich konnte meist 14—15 deutliche Zwischenbänder zählen, die der Zelle eine etwa die Hälfte der älteren Schale betragende Länge zusetzen. (Fig. 16. 2.) Diese als Zwischenbänder bezeichneten Gebilde sind geschlossene Ringleisten, welche mit ihren Rändern stets unter das nächst ältere und über das nächst jüngere Zwischenband greifen; die Trennungslinien sind durch Punktreihen markirt, die sonstige Oberfläche ist glatt. Sie unterscheiden sich also von den Zwischenschalen durch das Fehlen der Septen und durch ihre glatte Oberflächenstruktur. Sie sind relativ schwach verkieselt. Das auffallendste ist, dass hier bei der Auxosporenbildung ein Apparat der Zelle in Wirksamkeit tritt, den man bei der Zelltheilung vergebens sucht. Um den Vergleich zu ermöglichen, habe ich in Fig. 17. 5. eine gerade in Theilung befindliche Zelle mit ihrem umfassenden älteren und dem in Entwickelung begriffenen jüngeren Gürtelbande neben Fig. 17. 4, gesetzt.

Der Zellinhalt zieht sich, während die Bildung der Zwischenbänder fortdauert, in den von ihnen überdeckten Raum zwischen beiden Schalen mehr und mehr zusammen. Die kleinere ältere Schale ist frühzeitig fast völlig entleert, aus der jüngeren strömt fortdauernd Plasma, Chromatophoren und Oeltropfen mit sich führend nach. Der Kern liegt jetzt in einer kleinen Plasmavorbauchung, die noch in die ältere Schale hineinragt am äussersten Rande (Fig. 16. 2.); er hat also seinen Platz nur wenig verändert.

Sucht man sich aber von dem Verhalten des am lebenden Objekt nicht genauer erkennbaren Kernes mit Hülfe von Färbungen zu überzeugen, so erkennt man, dass der Kern eine Theilung erfahren hat. Es finden sich in der erwähnten Plasmaausbauchung zwei sehr ungleiche Kerne, ein sehr grosser mit kleinem Nucleolus und wenig färbbarer Grundsubstanz und ein kleiner stark gefärbter. Fig. 17. 3. lehrt, dass nur der grosse Kern in der Plasmatasche verbleibt, er wandert in die Mitte des grossen Gürtelbandraumes und sammelt Chromatophoren, Oeltropfen und Plasma zu einer ihn dicht umgebenden Masse. Die Plasmaausbauchung wird eingezogen. Der kleinere Kern bleibt in der älteren Schale liegen und geht zu Grunde; er kann noch eine Zeit lang durch Färbung nachgewiesen werden und war in einem Falle, durch die gleich zu erwähnende Gallertmasse der Auxospore aus seiner Lage gebracht, als kleines der Gallerte anhaftendes Knöpfchen zu erkennen.

So ist in der ganzen, nach und nach zusammenströmenden Plasmamasse nur ein Kern vorhanden. Es kann daher nur eine Auxospore entstehen.

Eine starke Gallertaussonderung umhüllt die kugelige Plasmaansammlung in dem Gürtelbandraum mit koncentrischen Schichten und quillt zwischen den jüngsten, dem stetig wachsenden Drucke nicht mehr widerstehenden Zwischenbändern hervor. Das komplexe Gürtelband platzt völlig auf und lässt die ganze Plasmamasse von Gallerte umhüllt austreten. Die leere ältere Schale wird abgeworfen, die junge Auxospore haftet mit der Gallerte an der jüngeren. Sie streckt sich schnell zu einem die bisherige Schalenbreite etwa doppelt

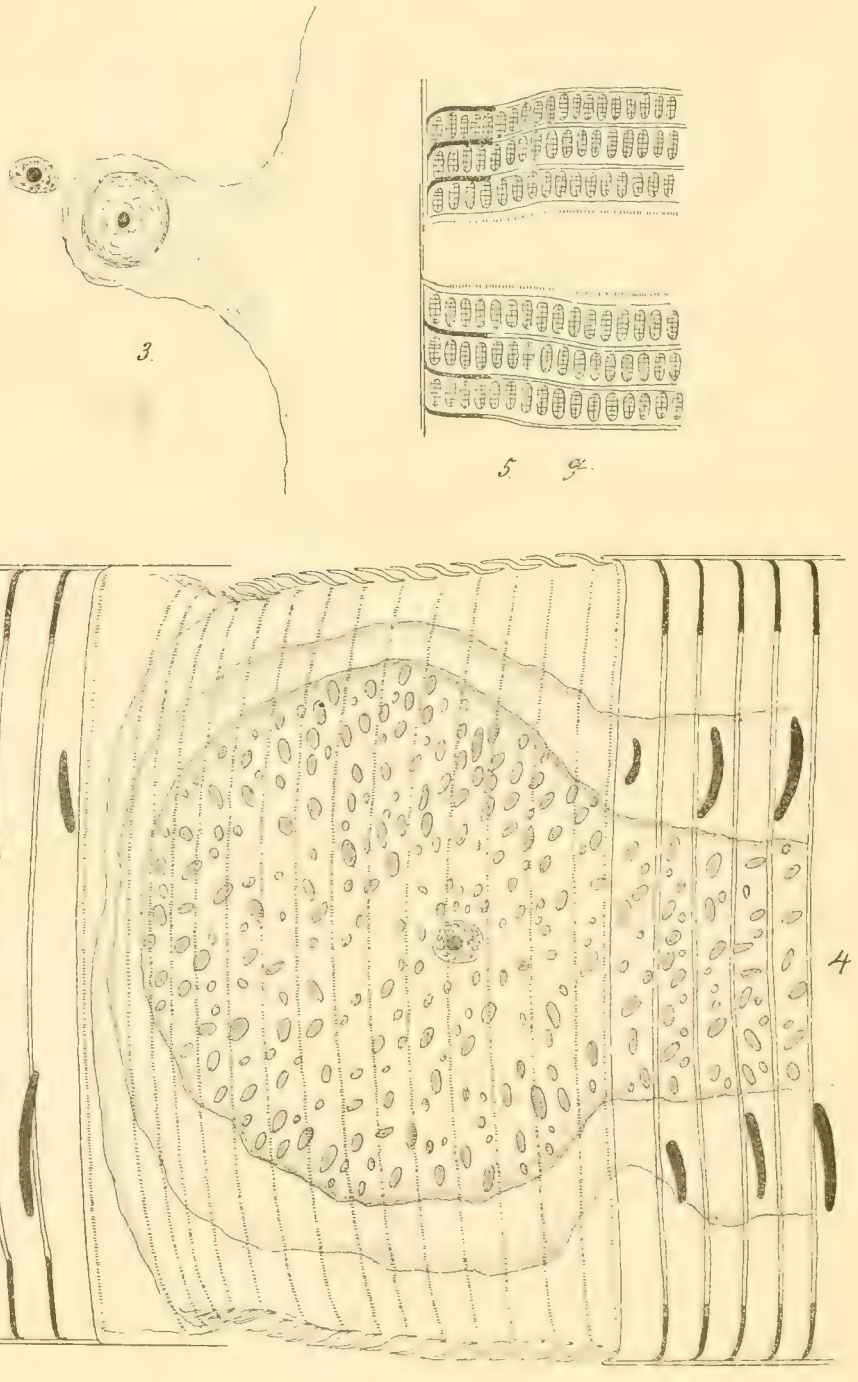


Fig. 17. Auxosporenbildung von *Rhabdonema adriaticum*. 3—5 = 1000 : 1.

übertreffenden cylindrischen Gebilde und wird von stark quergeringeltem Perizonium umhüllt. (Fig. 18.) Nach Erreichung der definitiven Länge weicht das Plasma weit von der Wand zurück und umgiebt sich mit neuen Schalen.

Im Grunde genommen ist also von Aeusserlichkeiten abgesehen eine Modifikation des Typus I der Auxosporenbildung auch hier vorhanden: asexuelle Auxosporenbildung aus einer Mutterzelle. Auch hier liegt dem Vorgange eine eigenartig ausgestaltete Theilung zu Grunde. Doch wird der eine Kern eliminirt und die ganze Plasmamasse mit dem übrig bleibenden Kern zu einer Auxospore verbraucht. Im allgemeinen Theil wird weiter auf diese Verhältnisse einzugehen und die principiell sehr grosse Bedeutung gerade dieser neu gefundenen Form der Auxosporenbildung klar zu stellen sein.

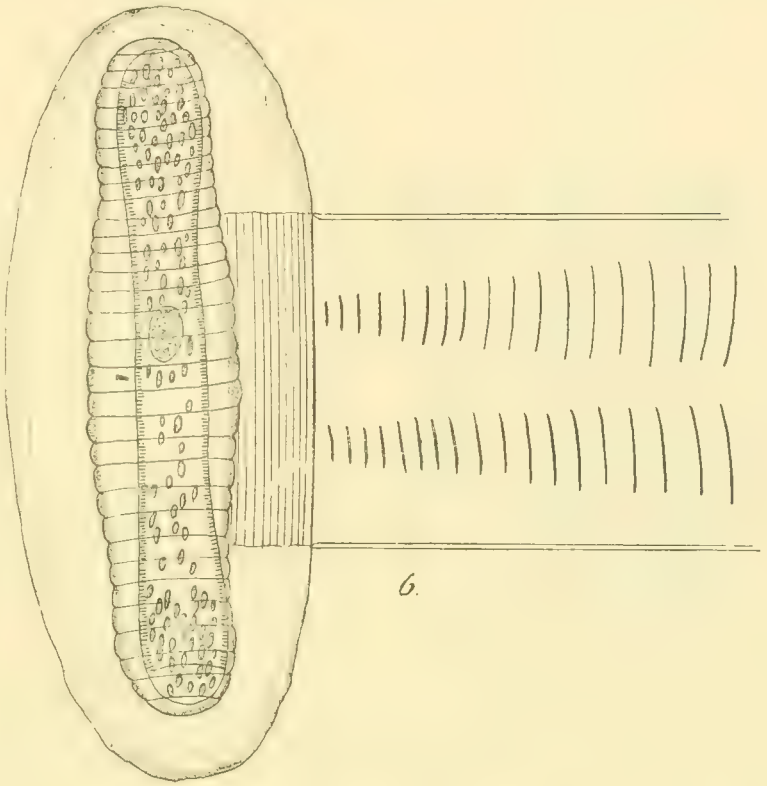


Fig. 18. Auxospore von *Rhabdonema adriaticum*. 320 : 1.

Genus 5.
Grammatophora Ehrenb.

Zellen in Gürtelansicht rechteckig mit abgerundeten Ecken. Schalenansicht lineal mit abgerundeten Enden, in der Mitte häufig etwas aufgeschwollen. In jeder Schale ein ringförmig geschlossenes Zwischenband von verschiedener Form als Septum, welches nur in der Mitte eine runde-ovale Durchtrittsöffnung besitzt.

In jeder Zelle ein durch die Septen gelapptes Chromatophor mit centralem Pyrenoïd, seltener durch Quertheilung des Pyrenoïds 2 — mehr Chromatophoren.

Zellen mit Gallertpolstern am Substrat oder an den Ecken der nächsten Zelle befestigt, Zickzacklinien bildend; bisweilen die Schalenflächen aneinander haftend.

1. *Grammatophora marina* (Lyngb.) Ktzg. (11.)

40—80 : 4 μ.

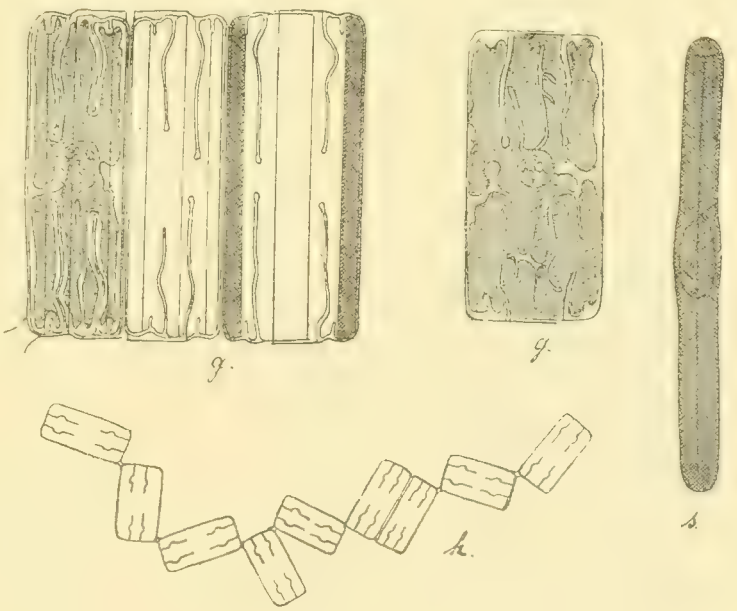


Fig. 19. *Grammatophora marina*. 1000 : 1. h. 250 : 1.

Septen in der Gürtelansicht nur am Rande gewellt, dann geradlinig gegen einander gerichtet, rings um das in Schalenansicht ovale Fenster saumartig verdickt, nicht umgebogen.

Schalen mit einer medianen Pseudoraphe und mit sehr feiner decussirter Streifung versehen, etwa 15 auf 10 μ. (Fig. 19.)

D. T. 752.
W. Sm. II. 42. XLII. 314.
V. H. Syn. 163. LIII. 9—15.
Juhlin-Dannfelt *Gr. oceanica = marina*. 45.
Häufig auf fast allen Algen von Boje C und sonst. Zu allen Jahreszeiten gefunden.

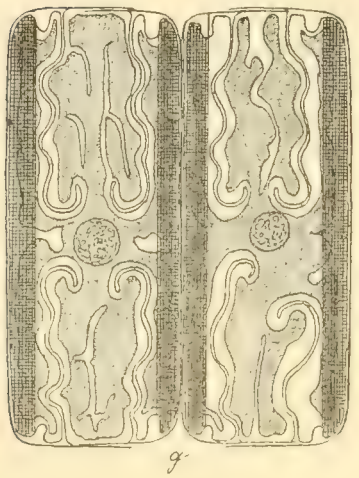


Fig. 20. *Grammatophora angulosa*. 1000 : 1

2. *Grammatophora angulosa* Ehr. (12.)

52 μ.

Schalen wie bei *Gr. marina* doch besteht die Schalenzeichnung aus zwei sich rechtwinkelig schneidenden Strichsystemen, von denen das eine dem Schalenrande parallel läuft, 13 auf 10 μ.

Die Septen sind in Gürtelansicht mehrfach wellig gebogen und enden mit einer scharfen Krümmung gegen die Ausgangsstelle; die beiden gekrümmten Enden jeder Zellhälfte sind einander zugewandt. (Fig. 20.)

D. T. 757.
V. H. Syn. 164.
V. H. Treat 355. XXXI. 862.

Die Form ist im Gebiet weit seltener als *Gr. marina*; sie fand sich z. B. in der Eckernförder Bucht, Mittelgrund, 5—12 m tief zwischen *Sphacelarien*. Juni.

Genus 6. *Rhabdonema* Ktzg.

Zellen in Gürtelansicht breit tafelförmig, rechteckig mit abgerundeten Ecken. In Schalenansicht lineal-elliptisch. Pseudoraphe meist vorhanden. Schalenzeichnung: Rippen oder Perlreihen. Zwischenbänder oder „Zwischenschalen" in mehr oder weniger grosser, unbestimmter Zahl vorhanden mit einer derjenigen der Schalen gleichenden Struktur.

Chromatophoren zahlreich um 1 oder viele Central-Pyrenoïde sternförmig angeordnet.

Auxosporenbildung nach Typus I, (1 oder) 2 Auxosporen aus einer Mutterzelle.

Vorkommen in oft sehr langen Zickzackbändern, in denen die einzelnen Zellen mit Gallertpolstern an den Ecken aneinander hängen und die Endzellen ebenso am Substrat befestigt sind.

1. *Rhabdonema arcuatum* Ktzg. (13.)

50—80 : 11 μ.

Gürtelseite mehr oder weniger lang rechteckig, Ecken abgerundet. Schale schmal elliptisch, Pseudoraphe median, das Schalenende beiderseits nicht erreichend. Perlstriche rechtwinkelig zur Pseudoraphe. Zwischenschalen sehr zahlreich, mit je einer grossen, centralen, schmal elliptischen Durchbruchstelle. (Fig. 21.)

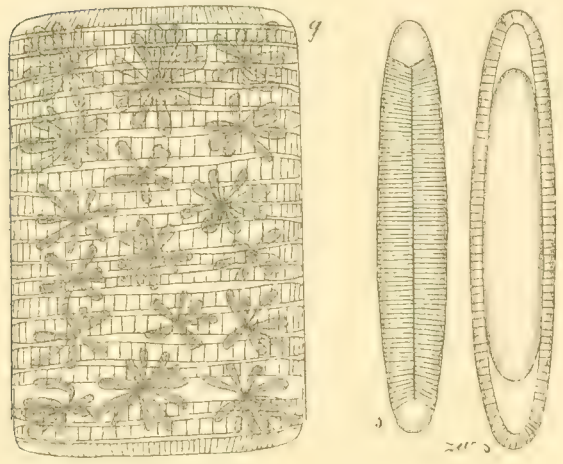


Fig. 21. *Rhabdonema arcuatum*. 500 : 1.

Chromatophoren zahlreich, strahlig zu Sternen vereinigt, durch den ganzen Zellraum verstreut. Jeder Stern von gemeinsamer Abkunft mit kleinen, den Rosettenkern zusammensetzenden Pyrenoïden. Auxosporen zwei aus einer sehr langgewordenen Mutterzelle. Nach Theilung des Inhaltes treten die beiden Portionen von gemeinsamer Gallerthülle umgeben und stets getrennt aus; jeder der beiden Theile wächst, von geringeltem Perizonium umgeben, zu erheblicher Grösse heran.

D. T. 761.
W. Sm. II. 34. XXXVIII. u. E. 305.
V. H. Syn. 166. LIV. 14—16.
Juhlin-Dannfelt 45.

Die Form ist in langen Bändern oder in Zickzackketten unter *Polysiphonia nigrescens* und Sphacelarien bei Boje C im März—Juni sehr häufig, kommt seltener an Brückenpfählen etc. vor und fehlt auf Schlick. Auxosporenbildung im Mai. In Kultur ist die Form schwer haltbar.

2. *Rhabdonema adriaticum* Ktzg. (14.)

91 : 12 μ.

Gürtelseite und Schalen wie bei *Rh. arcuatum*, doch fehlt die Pseudoraphe. Perlstriche 9—10 auf 10 μ.

Zwischenschalen mit einer centralen und zwei den Schalenenden genäherten runden Durchtrittsöffnungen.

Chromatophoren wie bei *Rh. arcuatum*, die einzelnen Sterne vielleicht etwas lockerer. Die Lagerung der einzelnen Chromatophoren durch die Lage der Scheidewände und Verbindungsöffnungen bestimmt, so dass z. B. in der Mittellinie eine Längsreihe von einzelnen Chromatophoren zu liegen pflegt. (Fig. 22.)

D. T. 764.

W. Sm. II. 35. XXXVIII. 305 b. 305 a'. b'.

V. H. Syn. 166. LIV. 11—13.

Die Form kommt mit *Rh. arcuatum* doch weniger häufig vor, nur auf dem Breitgrunde, vor dem Eingang in die Flensburger Föhrde, war sie August 1898 auf *Halidrys siliquosa* in überwiegender Menge und in reichlicher Auxosporenbildung anzutreffen.

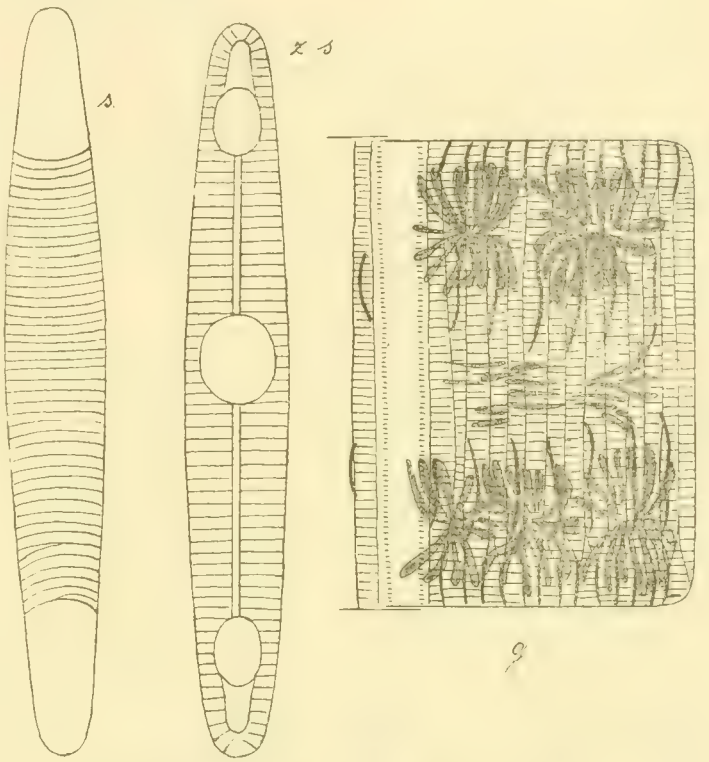


Fig. 22. *Rhabdonema adriaticum*. 1000 : 1 [illegible] 500 : 1

3. *Rhabdonema minutum* Ktzg. (15.)

20—60 μ : 11 μ.

Gürtelseite rechteckig, oft mit gebogenen Seitenflächen, Ecken abgerundet.

Schalen breit-oval-elliptisch, mit glattem Mittelstreif (Pseudoraphe) und dazu rechtwinkelig-radial laufenden Perlreihen, welche die Schalenenden nicht erreichen.

Zwischenschalen mit einer grossen ovalen Verbindungsöffnung. (Fig. 23.)

Chromatophoren in mehr oder weniger grosser Zahl zu einem centralen Stern vereinigt, äusserer Umriss mehr oder weniger ausgerandet, auch umgeschlagen. (cf. Fig. 13.) Ein Centralpyrenoïd im Centrum. Zellreihen mit den Schalenflächen an einander haftend, wohl niemals in Zickzacklinien; Gallerthaftscheiben scheinen stets zu fehlen.

D. T. 763.

W. Sm. II. 35. XXXVIII. 306.

V. H. Syn. 166. LIV. 17—21.

Juhlin-Dannfelt 45.

Seltnere Form, die an gleichen Oertlichkeiten mit den vorhergehenden vorkommt, der geringeren Grösse wegen jedoch schwierig aufzuklären ist.

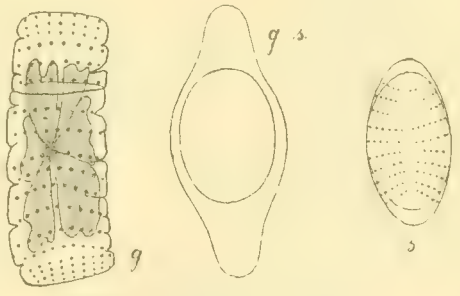


Fig. 23. *Rhabdonema minutum*. 1000 : 1.

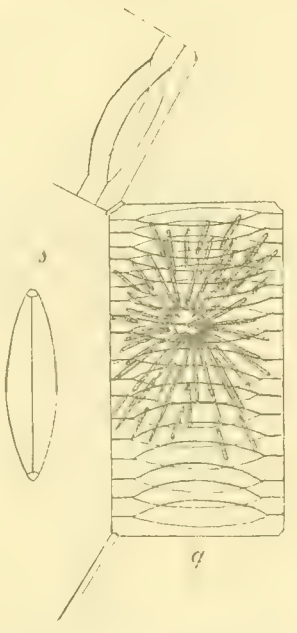


Fig. 24. *Striatella unipunctata*. 32 : 1

Gen. 7. *Striatella* Ag.

1. *Striatella unipunctata* Ag. (16.)

60 : ca. 18 μ.

Gürtelansicht rechteckig. Ecken schräg abgestutzt. An einer der Ecken mit Gallertstiel festgeheftet. Individuen in Zickzacklinie an einander hängend. Schale elliptisch-lanzettlich.

Zwischenschalen ganz durchgehend mit ovaler-elliptischer Mittelöffnung. Schalenzeichnung nicht kenntlich. (Fig. 24.)

Chromatophoren vom Kern aus nach allen Seiten ausstrahlend, entweder (nach Schmitz) an der Basis zusammenhängend und hier Pyrenoïd führend, oder Chromatophoren einzeln, körnig bis gestreckt und dann den etwas verdickten, Pyrenoïd haltenden Theil in der Mitte des Chromatophors.

Auxosporen unbekannt.

D. T. 766.

W. Sm. II. 37. XXXIX. 307.

V. H. Syn. 165. LIV. 9—10.

Die Form fand sich bei Boje C, vor Schleimünde und sonst, doch niemals häufig. Juni—Sept. 1897; sie fehlt im ersten Frühjahr.

2. *Striatella interrupta* (Ehr.) Heiberg.

Wird von Heiberg 73. V. 15. angegeben.

3. *Striatella delicatula* (Ktzg.) Grun.

Juhlin-Dannfelt 45. ?

Gen. 8. *Licmophora* Ag.

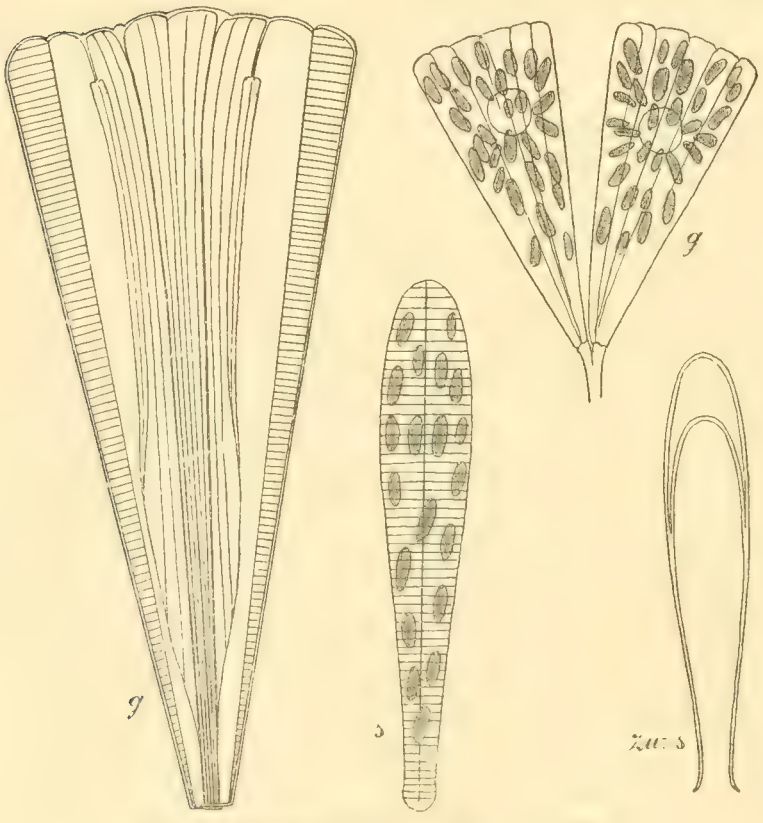


Fig. 25. *Licmophora Lyngbyei* 500 : 1, g 1000 : 1.

Gattung der *Meridioneae* oder *Licmophoreae* lässt sich den Tabellarieen anreihen. Sie unterscheidet sich durch die keilförmige Gürtelansicht, wie die, freilich in geringerem Maasse, keilförmige Schalenansicht von den eigentlichen Tabellarieen, hat aber die Septenbildung mit ihnen gemein.

Die voraussichtlich zahlreichen Arten der Gattung bedürfen einer genaueren Durcharbeitung.

1. *Licmophora Lyngbyei* (Ktzg.) Grun. (17.)

72 : 16 μ.

Gürtelansicht keilförmig.

Schale schwach keilförmig mit abgerundeten Ecken.

Pseudoraphe median. Striche rechtwinkelig zur Pseudoraphe, 14 auf 10 μ.

Zwischenbänder mit etwa $^1/_6$—$^1/_8$ der Schalenlänge einspringenden Septen. (Fig. 25.)

Chromatophoren zahlreich, oval-rundlich; im Theilungszustand biscuitförmig eingeschnürt. Pyrenoïde fehlen.

Auxosporenbildung unbekannt.

D. T. 734

V. H. Syn. 158. XLVI. 1. und XLVII. 16—19.

Juhlin-Dannfelt 46.

Sehr verbreitete Form, einzeln oder zu zwei bis mehreren auf Gallertstielen befestigt, welche sich bei der Trennung der Individuen gabeln; *Ectocarpus, Nemalion, Fucus,* Brückenpfähle etc. mit dichtem Rasen überziehend.

Von J. E. Lüders werden ferner folgende Formen aus dem Kieler Hafen angegeben und finden sich z. T. mit Präparaten belegt:

2. *Licmophora Juergensii* Ag. Auch Juhlin-Dannfelt 45.
3. *Licmophora gracilis* (Ehr.) Grun. Juhlin-Dannfelt 45.
4. *Licmophora tenella* (Ktzg.) Grun.
5. *Licmophora paradoxa* (Lyngb.) Ag. Juhlin-Dannfelt 46.

Die Formen bedürfen meiner Ansicht nach einer genauen Revision und wahrscheinlich erheblicher Reduktion.

Bei Juhlin-Dannfelt 46. ausserdem:

L. dalmatica. L. ovata. L. Ehrenbergii. L. grandis. L. tincta. L. tenuis.

III. Achnantheen.

Als Achnantheen fasse ich hier die Gattungen *Achnanthes* und *Rhoicosphenia* zusammen. Letztere nimmt eine Mittelstellung zwischen *Achnanthes* und *Gomphonema* ein, könnte also auch zu *Gomphonema* gezogen werden, wie z. B. Schütt im Engler-Prantl es thut. Sie bildet ausserdem ein Bindeglied zu der Gruppe der Tabellarien, an die sie durch ihre Septenbildung erinnert.

Beide Gattungen stimmen darin überein, dass ihre beiden Schalen einander unähnlich sind. Nur eine Schale besitzt eine echte Raphe. Da diese bei der Ortsbewegung der Zellen stets dem Substrat zugekehrt ist, will ich sie als untere Schale bezeichnen. Die obere Schale führt nur eine Pseudoraphe.

Beide Gattungen stimmen auch darin überein, dass die Zellen in Gürtelansicht geknickt sind und zwar ist es die Apikalaxe, welche in der Mitte eingeknickt ist, so dass die untere Schale concav, die obere convex erscheint.

Die Chromatophoren der Gattungen und Spezies sind verschieden an Zahl und Gestalt.

Beide Gattungen stimmen auch noch darin überein, dass die Zellen einzeln oder in Kolonieen auf Gallertstielen von verschiedenster Länge sitzen.

Schliesslich zeigt auch die Auxosporenbildung erhebliche Aehnlichkeit; sie mag hier für *Achnanthes longipes* geschildert sein. Zu gestielt bleibenden (weiblichen) Individuen gesellen sich frei bewegliche (männliche) hinzu [1]) In beiden tritt Theilung des ganzen Inhaltes ein, darauf werden die Schalen unter reichlicher Gallertbildung abgeworfen. (Fig. 26.) Die Gallerte fliesst in eine gemeinsame Hülle zusammen, welche die 4 freien, kugelig abgerundeten Tochterzellen umgiebt.

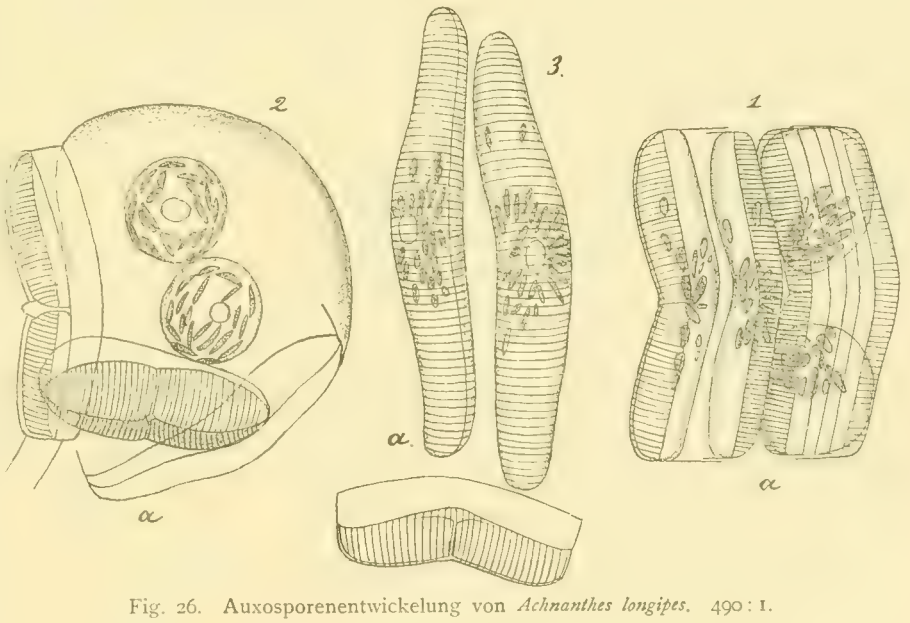


Fig. 26. Auxosporenentwickelung von *Achnanthes longipes*. 490 : 1.

[1]) G. Karsten. Diatomeen II. 44.

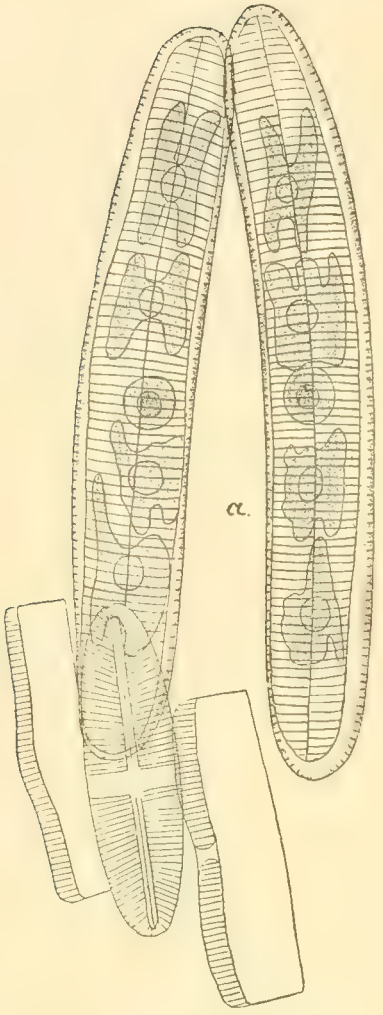


Fig. 27. Auxosporen von *Achnanthes brevipes*. 1000 : 1.

Im Schutze dieser Hülle vereinigen sich paarweise die Tochterzellen ungleichnamiger Herkunft miteinander, ihre Kerne verschmelzen. So entstehen durch sexuelle Vereinigung 2 Auxosporen, die, von geringeltem Perizonium umgeben, bald lang auswachsen. Sind noch Schalen der Mutterzelle durch die Gallerthülle festgehalten worden, so entspricht die Wachsthumsrichtung der Auxosporen meist genau der Längsaxe (oder Pervalvaraxe) der Mutterzellen. In dem geringelten Perizonium, welches oft schon die Zellform von *Achnanthes* im Umrisse nachahmt, werden die Schalen der neuen Achnantheszelle nacheinander ausgeschieden.

Völlig übereinstimmend ist der Vorgang bei *Achnanthes brevipes*[1]) (Fig. 27). Die hier nur in Zweizahl vorhandenen Chromatophoren zerfallen bei der Theilung der beiden Mutterzellen in je 2, so dass in den Auxosporen je 4 Chromatophoren zu zählen sind, deren Zahl erst beim Auswachsen der Auxosporen, sei es durch Verschmelzung, sei es durch Ausmerzung, auf die normale Zahl zurückgeführt wird.

Eine in allen wesentlichen Zügen übereinstimmende Form der Auxosporenbildung wird uns bei der ganzen grossen Gruppe der *Naviculaceen* begegnen; sie mag als Typus II bezeichnet sein.

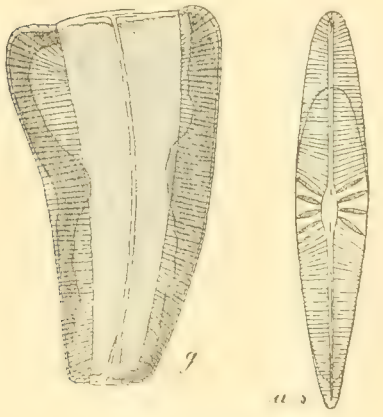
Genus 9. *Rhoicosphenia* Grun.

Schalen unähnlich. Der Schalenrand springt an beiden Enden als Scheidewand ins Zelllumen vor und lässt in dem Septum eine grosse ovale Oeffnung.

Gürtelansicht keilförmig und gekrümmt. Zellen mit dem zugespitzten Zellende an Gallertstielen festsitzend.

1 Chromatophor liegt der einen Gürtelseite an und ist mit den Rändern bis auf die andere Gürtelseite umgeschlagen; in vielen Fällen scheinen sich die Ränder hier fast zu berühren[2]).

Auxosporenbildung nach übereinstimmenden Angaben von Thwaites, Smith und Lüders[3]) nach Typus II. Diese Angaben kann ich nach Beobachtung lebenden Materials vollauf bestätigen. Die Figur 28a ist nach einem alten Präparate von Lüders gezeichnet, das im Kieler botanischen Institute aufbewahrt ist; der Zellinhalt liess keine Einzelheiten mehr erkennen.



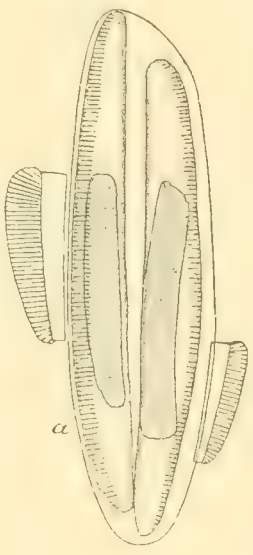


Fig. 28. *Rhoicosphenia curvata*. 1000 : 1. a. 785 : 1.

1. *Rhoicosphenia curvata* Ktzg. (18.)

40—70 : 9 μ.

Gürtelseite keilförmig und gekrümmt.

Schalen ungleich. Convexe obere Schale nur mit Pseudoraphe, rechtwinkelig zu dieser Mittellinie gleichmässig gestreift, 13 Striche auf 10 μ. Concave untere Schale mit Raphe, Mittel und Endknoten. Striche rechtwinkelig zur Raphe, in der Mitte radial; hier auch weiter von einander entfernt: 8 auf 10 μ, sonst 13 auf 10 μ. Beim Uebergang von Schale zum Gürtelband springt oben und unten die Wand etwas vor, so dass lediglich die auf der Schalenzeichnung wiedergegebene ovale Oeffnung frei bleibt. (Fig. 28.)

[1]) G. Karsten l. c. 46.
[2]) cf. Pfitzer l. c. 91 VI. 9.
[3]) Pfitzer. l. c. 92.

1 Chromatophor, wie oben beschrieben.
Individuen einzeln auf langen Gallertstielen, die sich nach der Theilung gabeln.
D. T. 437.
W. Sm. I. 81. XXIX. 245. 246. Auxosporen II. Taf. D. 246.
V. H. Syn. 127. XXVI. 1—4.
Cleve N. D. II 165.
Juhlin-Dannfelt. 23.
Rh. fracta var. *baltica* Schum., zweifelhafte Form! ibidem.
Ueberall auf Pfählen, auf anderen Algen, *Zostera* u. s. w. sehr häufig.

Juhlin-Dannfelt nennt p. 22. 23. folgende *Gomphonema*arten für die Ostsee:

Gomphonema acuminatum Ehb.
G. constrictum Ehb.
G. montanum Schumann.
G. subtile Ehb.
G. angustatum Grun.
G. dichotomum Sm. und var. *intricatum* Ktzg.
G. tenellum Ktzg.
G. olivaceum Ehb. var. *salinum*.
G. balticum Cleve.

} Süsswasserformen.

Genus 10. *Achnanthes* Bory.

Schalen ungleich, obere Schale convex mit Pseudoraphe, untere concave Schale mit Raphe, Mittel- und Endknoten.

Pseudoraphe wie Raphe median und gerade.

Schalen in der Mitte oft ein wenig eingeschnürt.

Zellen in Gürtelansicht geknickt. Gürtelbänder mit Reihen von Punkten oder Querstreifungen, welche den Gedanken an eingeschobene Zwischenbänder nahelegen.

Chromatophoren verschieden.

Auxosporenbildung meist nach Typus II.

Die Achnanthesarten kommen in Form langer, mit den Schalen aneinander haftender Kolonieen vor, deren Endzelle mit einem Gallertstiel, der stets an einer Ecke der concaven unteren Schale befestigt ist, verschiedenem lebenden oder todten Substrate aufzusitzen pflegt. Die auf die unterste Zelle folgenden Zellen bilden keine Gallertstiele aus, da sie deren nicht mehr bedürfen. Bei der Auxosporenbildung werden die Kolonien aufgelöst.

Die Länge des Stieles ist sehr verschieden, kann aber trotz der davon hergeleiteten Namen keinen Anspruch erheben, einen specifischen Charakter zu bilden.

1. *Achnanthes longipes* Ag. (19.)

50—160 μ : 15—30 μ.

Gürtelseite in der Mitte geknickt, zeigt eine convexe Ober-, eine concave Unterschale. Schalen in der Mitte etwas eingebuchtet. Oberschale mit einer medianen Pseudoraphe, Rippen rechtwinkelig gegen diese gerichtet, 4 auf 10 μ. Je 2 Reihen von Perlen zwischen 2 benachbarten Rippen. Unterschale mit echter, medianer Raphe. Diese ist am Centralknoten zu einem schmalen Stauros verbreitert. Rippen rechtwinkelig gegen die Raphe gerichtet 6,5 auf 10 μ, je 2 Perlreihen zwischen 2 benachbarten Rippen.

Gürtelbänder von den Schalenrändern ab gestreift in der Richtung der auf den Schalen verlaufenden Rippen, etwa 12—15 Striche auf 10 μ. (Fig. 29.)

Zahlreiche, an der inneren Oberfläche vertheilte, kleine, rundliche, scheibenförmige Chromatophoren mit je 1 Pyrenoïd. Kern spindelförmig in der Mitte der Zelle an Plasmafäden aufgehängt, von der unteren zur oberen Schale reichend.

Auxosporenbildung nach Typus II Zwei Mutterindividuen treten zusammen, theilen sich in je 2 Tochterzellen, diese kopuliren paarweise in einer rings ausgeschiedenen Gallerthülle, welche die Mutterschalen nicht mit umfasst. Perizonium der 2 jungen Auxosporen quer geringelt. (cf. Fig. 26.)

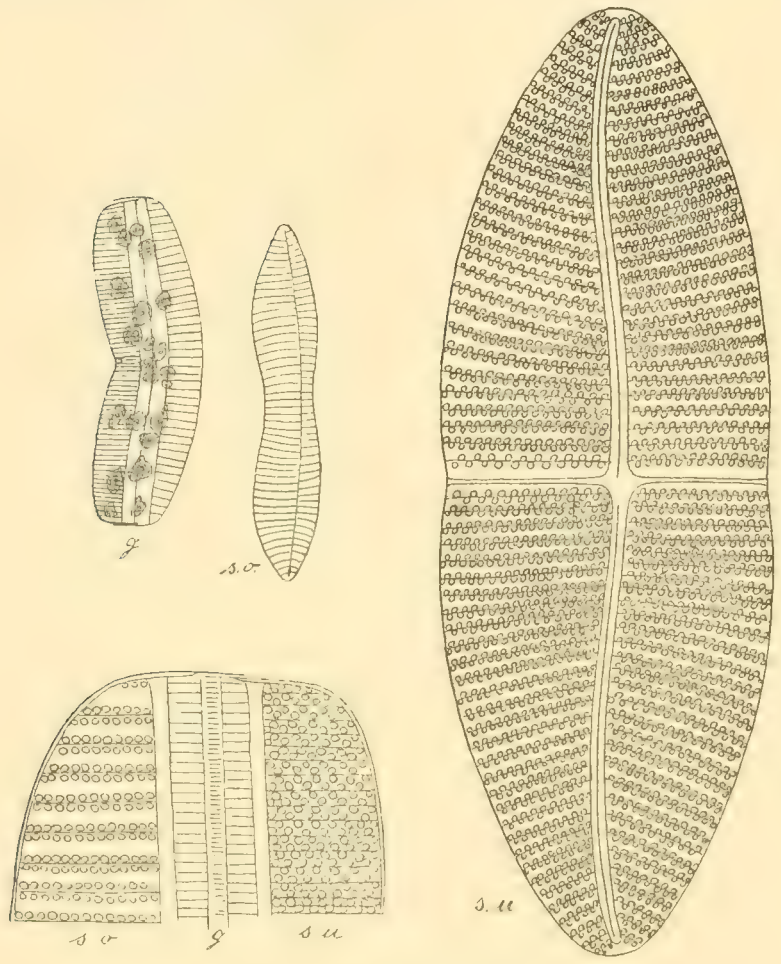


Fig. 29. *Achnanthes longipes*. 1000 : 1. g. u. s. o. 250 : 1.

D. T. 470.
W. Sm. II. 26. XXXV. XXXVI. D. 300
V. H. Syn. 129. XXVI. 13—16.
Cleve Nav. D. II. 195.
Juhlin-Dannfelt. 17.

Die Form ist im ganzen Sommer an der Küste auf *Zostera*, *Ectocarpeen*, *Fucus*, an Holzpfählen, schwimmenden Prähmen, eisernen Bojen etc. gemein. Sie tritt hier in Rasen auf, welche aus einzelnen Individuen oder langen, aneinander haftenden Kolonien an Gallertstielen von oft erheblicher Länge bestehen. Diese Formen bleiben der unteren Grenze der angegebenen Grössenverhältnisse genähert.

Ebenso findet man aber das ganze Jahr hindurch in der Tiefe von 5—15 m, bei Boje C. z. B., zwischen Sphacelarien und auf Muscheln etc. einzelne Individuen, die sich lebhaft bewegen, weit geringere Zahl von Chromatophoren (dickere Schale?) und grössere Dimensionen besitzen. Diese sah ich niemals auf Gallertstielen befestigt und sie hängen nach meiner Erfahrung höchstens zu 2 zusammen.

Im übrigen stimmen beide Formen völlig überein, doch ist es beachtenswerth, dass die hervorgehobenen Unterschiede in der Kultur erhalten bleiben. Es könnte hier eine beginnende Differenzirung in eine Küstenform und eine Grundform vorliegen, durch die mehr konstanten Temperatur- etc. Verhältnisse des tiefen Wassers einerseits, gegenüber den scharf eingreifenden Jahreszeiten der Küstenzone auf der anderen Seite bedingt.

2. *Achnanthes brevipes* Ag. (20.)

38—112 : 13—26 μ.

Zellbau wie in der Gattungsdiagnose. Schalenumriss elliptisch, in der Mitte etwas eingezogen.

Oberschale mit annähernd medianer Pseudoraphe. Schalenzeichnung besteht aus Reihen grosser viereckiger Perlen, rechtwinkelig zur Pseudoraphe gerichtet, 7 auf 10 μ.

Unterschale mit echter Raphe, von schmalem glattem Saum begleitet. Der Mittelknoten zu einem breiten Stauros verbreitert, der oft den Schalenrand nicht völlig erreicht. (Fig. 30.) Schalenzeichnung im übrigen wie bei der Oberschale.

Die Zwischenbänder mit feinen Strichen versehen, von gleicher Richtung mit den Perlreihen, etwa 7 auf 10 μ.

Zwei Chromatophoren, beiderseits des centralen Kernes. Jedes besteht aus 2 die Gürtelseiten bedeckenden Platten, die sich in der Schalenansicht durch ein schmales Querband, welches das deutlich hervortretende Pyrenoïd enthält, verbunden zeigen.

Auxosporenbildung nach Typus II.

D. T. 471.

W. Sm. II. 27. XXXVII. 301.

V. H. Syn. 129. XXVI. 10—12.

Cleve N. D. II. 193. (Achnanhtidium br.)

Juhlin-Dannfelt 17.

Die Form ist im Hafen besonders an Orten mit brackigem Wasser nicht allzu selten. Individuen einzeln oder reihenweis auf Gallertstielen. Neumühlen.

Hauptvegetationszeit: Mai, Juni.

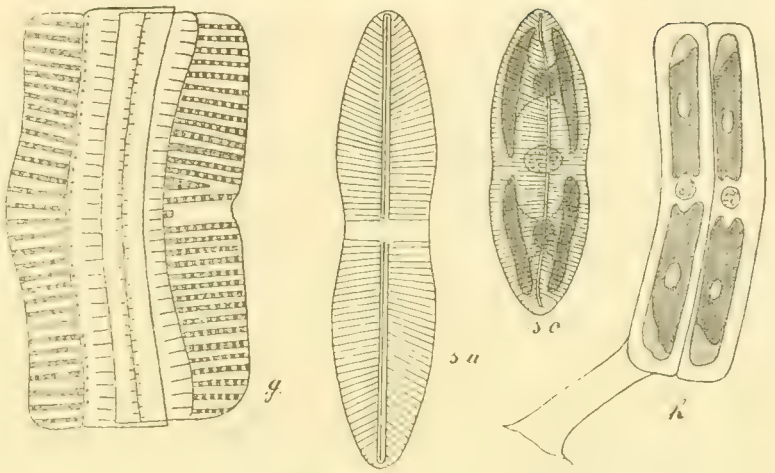


Fig. 30. *Achnanthes brevipes*. g. = 1000 : 1. Sonst 500 : 1.

3. *Achnanthes subsessilis* Ktzg. (21.)

31—60 : 12 μ

Die Form ist der vorhergehenden *A. brevipes* sowohl im Schalenbau wie Plasmakörper sehr ähnlich, so dass sie neuerdings vielfach (z. B. von Cleve) mit ihr vereinigt worden ist. Doch ist der ganze Bau weit schmächtiger und zierlicher; die Perlstreifen bestehen aus einzelnen runden Perlen, die weiter von einander entfernt stehen, als die gröberen viereckigen von *A. brevipes*. Chromatophoren wie bei *brevipes*. (Fig 31.)

Einen wesentlichen Unterschied bildet endlich die Art der Auxosporenbildung. Nach den Beobachtungen von Lüders[1]) ist hier nur eine Zelle bei der Auxosporenbildung betheiligt. Sie zerfällt in zwei Tochterzellen; diese verschmelzen früher oder später wieder mit einander und so geht aus einer Mutterzelle hier eine Auxospore hervor. Es gelang mir, den Vorgang in wesentlichen Zügen — vor allem die Betheiligung nur einer Mutterzelle — gleichfalls zu beobachten,[2]) so dass an den Angaben von Lüders, nach deren im Kieler botan. Institut aufbewahrten Präparaten die Zeichnungen a. angefertigt werden konnten, nicht zu zweifeln sein wird.

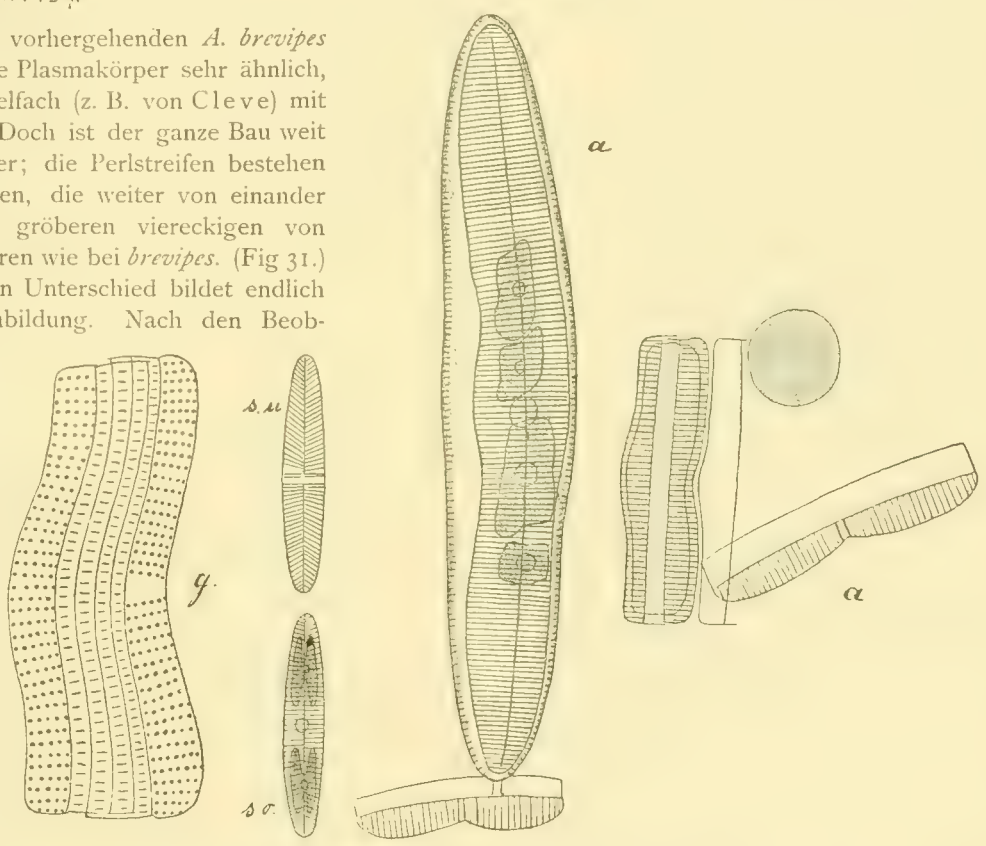


Fig. 31. *Achnanthes subsessilis*. g. = 1000 : 1. Sonst 500 : 1. a. = 785 : 1.

D. T. 473.

W. Sm. 28. XXXVII. 302.

[1]) Bot. Ztg. 1862. 60.

[2]) G. Karsten. Diatomeen II. 48.

V. H. Syn. 129. XXVI. 21—24.
Juhlin-Dannfelt 17.
Die Form ist hier seltener als die vorige und scheinbar auf salzigeres Wasser angewiesen. Möltenort.

4. *Achnanthes danica.* Grun. 5. *Achnanthes lanceolata.* Grun.

Erwähnt von Juhlin-Dannfelt 17.

IV. Naviculeen.

Von den Formen ohne Raphe ausgehend hatten wir in der Gruppe der Achnantheen die ersten Raphe führenden Diatomeen erreicht. Die Naviculeen zeigen nun eine derartige echte Raphe auf beiden Schalen.

Die Schalen sind einander durchaus ähnlich, von dem geringen Grössenunterschiede abgesehen meist auch gleich. Die Schalenumrisse sind gerade, sigmoid-gekrümmt oder auch tordirt; mit oder meist ohne Kiel. Die Raphe ist meist median und gerade, sie kann auch excentrisch verschoben, sigmoid-gebogen, gekielt etc. sein.

Die Gürtelansicht ist meist geradlinig, die Gürtelbänder einfach; doch kommen auch Formen mit gekrümmten oder gebogenen Gürtelansichten und Formen mit complexen Gürtelseiten vor.

Ein medianes dickes Plasmaband pflegt den Kern zu enthalten.

Chromatophoren sind meist in Zweizahl, den Gürtelseiten anliegend vorhanden, ihre Form ist sehr mannigfach.

Die Auxosporenbildung folgt fast durchweg dem Typus II, der bei sehr zahlreichen hierher gehörigen Formen beobachtet ist.

Zellen meist frei beweglich, einzeln; bei gewissen Arten eine Zeit lang zu grossen Massen in Gallertschläuchen eingeschlossen, deren Individuen später frei werden. In einzelnen Fällen auch von Gallertpolstern umhüllt.

Genus 11. *Navicula* Bory.

Beide Schalen gleich geformt. Schalenumriss mehr oder weniger schiffchenförmig. Zellen völlig symmetrisch gebaut.

Die Pervalvaraxe meist ziemlich kurz, die Apikalaxe stets (meist erheblich) länger als die Transapikalaxe. Raphe in der Regel median und geradlinig. End- und Mittelknoten deutlich ausgebildet.

Schalenstruktur besteht in Rippen, d. h. in wirklichen, ihrer ganzen Länge nach gleichmässigen Erhabenheiten auf der äusseren oder meist inneren Oberfläche der Schale, oder in rippenartigen, jedoch in Perlen auflösbaren Streifen, oder in weit schwächeren Perlreihen, Punktreihen, Strichen etc. Die Anordnung dieser Schalenzeichnungen steht meist in Beziehung zum Verlauf der Raphe.

Die Gürtelseite ist nur in einzelnen Fällen mit Längslinien, von Zwischenbändern herrührend, versehen, meist einfach. Die Form der Gürtelansicht ist in der Regel geradlinig, rechteckig, bisweilen in der Mitte mehr oder weniger eingezogen.

Der Zellinhalt lässt vor allem ein genau medianes Plasmaband erkennen, welches allseitig mit dem wandständigen Plasma in Verbindung steht und in seinem Centrum den Zellkern umschliesst.

In den meisten Fällen sind 2, den Gürtelseiten anliegende Chromatophorenplatten vorhanden, deren Form und Grösse mannigfach wechselt, und welche oft einen erheblichen Theil der Schale mit bedecken.

Die Zellen sind bei einer Anzahl von Arten zu grossen Massen in lange, reichverästelte Gallertröhren eingeschlossen, die den Habitus höherer Algen, etwa von *Ectocarpus* u. dergl. nachahmen. Da diese Formen einmal unter sich grosse Verschiedenheiten aufweisen, andererseits in die Gesammtgattung *Navicula* völlig hineinpassen, da ferner solche Gallertschläuche auch bei anderen Gattungen bekannt sind und endlich die Zellen in gewissen Entwickelungsperioden auch frei beweglich ohne Gallertscheiden auftreten, so ist an eine generische Trennung der mit dieser Fähigkeit ausgestatteten Formen von *Navicula* nicht zu denken.

Die Auxosporenbildung ist bei fast allen in den letzten Jahren daraufhin beobachteten Naviculaarten dem Typus II entsprechend gefunden worden[1]). (Fig. 32.) Als Beispiel mag der Vorgang bei *Navicula viridula* Ktzg. var. *rostellata* Ktzg. beschrieben sein.

Zwei der bis dahin lebhaft beweglichen Individuen legen sich mit ihren Gürtelseiten dicht aneinander und heften sich durch eine geringfügige Gallertausscheidung untereinander und am Objektträger fest. Die Chromatophoren treten auf die Schalenseiten über, die beiden Kerne rücken einander möglichst nahe und theilen sich. Darauf erfolgt eine Theilung jedes der beiden Mutterindividuen. Die Tochterzellen lagern sich abgerundet je in ein Zellende durch einen tiefen Riss von einander geschieden. Jede Tochterzelle enthält 1 Chromatophor und 1 Kern. Dieser geht früher oder später noch eine weitere Theilung ein, ohne dass eine Zelltheilung folgte, vielmehr degenerirt langsam der eine der beiden letzt entstandenen Tochterkerne, während der andere unverändert erhalten bleibt. Inzwischen klaffen bereits die Schalen der beiden Mutterzellen weit von einander. Die Tochterzellen treten paarweise mit einander in Verbindung und fliessen in je eine kugelige Plasmamasse zusammen, welche dann 2 grosse unveränderte Kerne, 2 kleinere degenerirende Kerne und 2 Chromatophoren, aus jeder Mutterzelle eines, enthält. Die beiden grossen Kerne verschmelzen zu einem, die kleinen verschwinden. Darauf umhüllt sich jede der 2 Plasmamassen mit kieseligem Perizonium und beginnt, stets von Gallerte umhüllt, sich zu strecken. Die Richtung des Längenwachsthumes der Naviculaauxospore ist stets rechtwinkelig zur Pervalvaraxe der beiden Mutterzellen, verläuft also den Schalen der Mutterzelle etwa parallel. Das Perizonium der

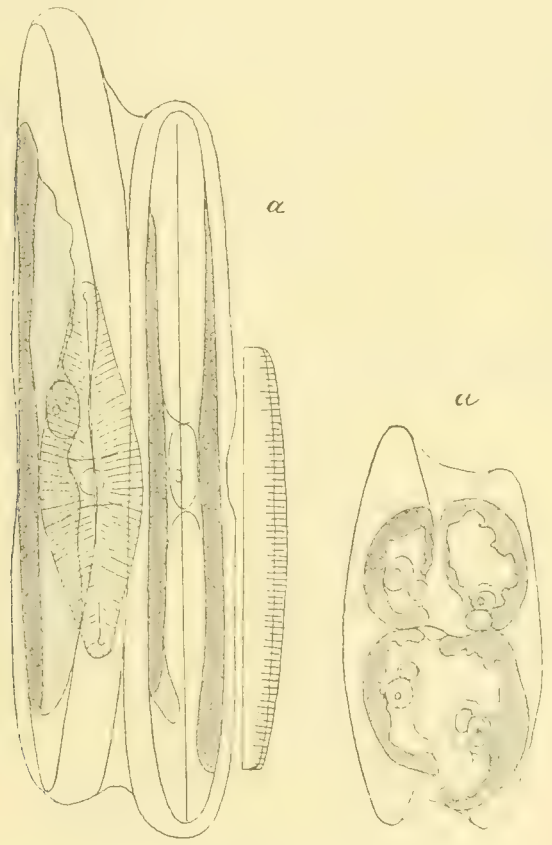


Fig. 32. Auxosporenbildung von *Navicula viridula* Ktzg. var. *rostellata* Ktzg. 1000 : 1.

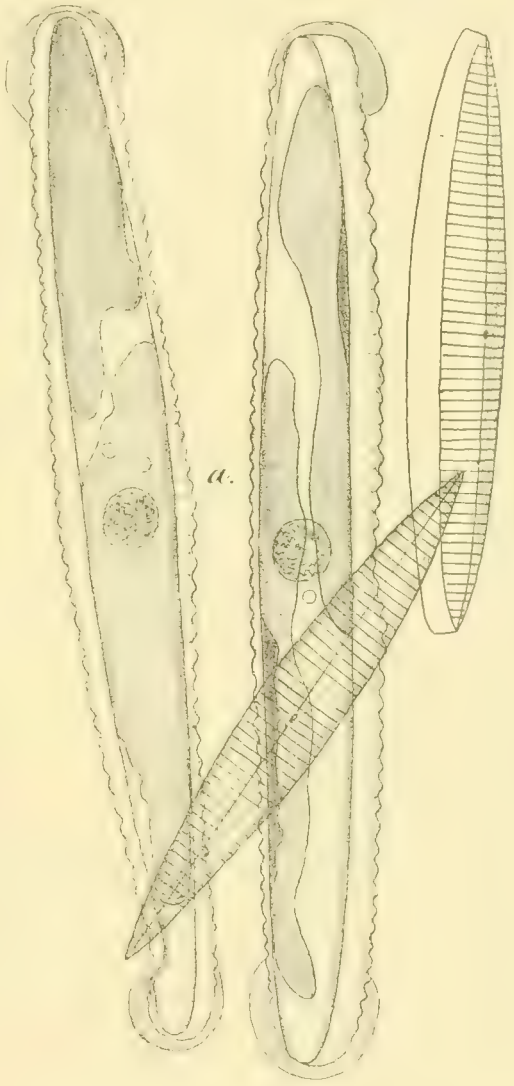


Fig. 33. Auxosporen von *Navicula directa*. 1000 : 1.

[1]) cf. G. Karsten. Diatomeen I u. III. Abweichungen vergl. *N. constricta* Nr. 40 pg. 65.

Navicula viridula ist glatt, dagegen dasjenige von *Navicula directa* stark gewellt. Fig. 33 lässt auch bereits die Kappen auf den Enden der Auxosporen erkennen, welche die Oeffnung herbeiführen werden und dann den Austritt der vergrösserten Generation gestatten. Die Chromatophoren haben zu der Zeit bereits ihre Lage auf den Gürtelseiten wieder eingenommen.

Die Eintheilung dieser grossen Gattung ist von verschiedenen Seiten her in Angriff genommen. In Van Heurck's Synopsis ist eine für Bestimmungszwecke ganz bequeme Gliederung nach der Schalenstruktur durchgeführt, die keinerlei Anspruch auf Uebereinstimmung mit dem natürlichen Systeme macht. Dieselbe Uebersicht ist von Schütt im Engler-Prantl aufgenommen.

Die von Cleve mit ungeheuerem Fleiss durchgeführte Revision der ganzen Naviculaceen geht von den Beziehungen der Naviculaceen zu den Nitzschieen aus und ordnet die Formen in der Weise, dass die den Nitzschieen am nächsten verwandten Formen an den Anfang der Reihe gestellt werden. Der Verfasser ist sich völlig klar darüber, dass ein wirklich natürliches System nur unter fortwährender Kontrolle lebenden Materiales aufgestellt werden kann, welches sowohl Berücksichtigung des inneren Baues der Plasmakörper wie der Entwickelungsgeschichte gestattet. Es sind auch in dem Werke vereinzelte werthvolle Beobachtungen lebender Formen zerstreut, die am gegebenen Orte Berücksichtigung finden werden. Leider glaubte Cleve von allgemeiner Zuziehung der lebenden Formen absehen zu müssen, da ihm zu wenig Zeit neben der Untersuchung der Schalen aller bekannten oder erwähnten Formen geblieben sei.

Es ist das sehr zu beklagen, da sein System dann nothwendiger Weise erheblich anders hätte ausfallen müssen. Unter den vorliegenden Verhältnissen jedoch ist die von Cleve aufgewandte riesige Arbeitsleistung zwar nicht verloren, aber sie wird kaum soviel Erfolg haben können, wie ihr sonst gebührte.

Hinsichtlich der Zerlegung der grossen Gattung in zahlreiche kleinere schliesse ich mich vollständig der von Schütt ausgesprochenen Ansicht an, dass es „vom allgemein-wissenschaftlichen Standpunkt für die systematische Botanik vorzuziehen" ist, „den zusammenfassenden Gattungsnamen zu erhalten und die kleineren Gruppen . . . . als Untergattungen und Sektionen der Gattung in ihrer weitesten Ausdehnung unterzuordnen".

Da ich nun der Schalenstruktur nur eine relativ geringe Bedeutung für die Beurtheilung der natürlichen Verwandtschaft zuzugestehen vermag, wie im allgemeinen Theil näher begründet werden wird, vielmehr neben dem Bau des Plasmakörpers vor allem die Umrissform der Schalen, d. h. einmal absolute Grössenverhältnisse, dann besonders Verhältnisszahlen der verschiedenen Dimensionen, herbeiziehen zu sollen geglaubt habe, so wird meine Eintheilung, die ja freilich nur einen ganz geringen Bruchtheil der bekannten Naviculaarten umfasst, wesentlich von derjenigen Cleve's differiren.

Nach Ausscheidung der Formen von *Trachyneis* (*Asperae*. Van Henrck.), deren Abweichungen im Aufbau wohl die Aufstellung einer eigenen kleinen Untergattung rechtfertigen, theile ich den bleibenden Rest in folgender Weise:

1. *Navicula:* Die Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an; sie rücken bei der Zelltheilung auf die Schalen hinüber.

[Die Gruppe *Limosae*, der Gattung *Neidium* Pfitzer entsprechend, und dadurch charakterisirt, dass die Chromatophoren nicht wandern, sondern den Gürtelbändern anliegend getheilt werden, ist im Meere nicht vertreten.]

2. *Pseudo Navicula:* Die Chromatophoren liegen meist in Gestalt zweier vielfach eingeschnittener Platten dauernd den Schalen an, bleiben auch bei der Theilung hier liegen. (Formen der *punctatae* und *lyratae*. Cleve.)

Navicula gliedert sich weiter: a) Gürtelbänder nicht complex.

a 1) Formen von lanzettlicher — linealer Umrissform der Schalen. Schalenenden mehr oder weniger spitz (Ausnahme *globiceps*). Chromatophoren meist auf die Gürtelseiten beschränkt, ganzrandig oder doch nur wenig eingeschnitten. Das Verhältniss der Schalenlänge zur Schalenbreite übertrifft beim Durchschnitt zahlreicher Messungen fast stets das Verhältniss 3 : 1.

Hierher gehören die Pinnularien, die freilich von der spitzen Form der Zellenden eine Ausnahme bilden würden; es wäre für diese speziell also die Schalenstruktur mit heranzuziehen. Doch kommen Pinnularien im Meere kaum vor. Vor allem aber sind die ganzen *Naviculae lincolatae* Cleve = *Radiosae* V. H. hier zu

nennen, denen sich die Formen der *Stauroneideae*, *Formosae*, *Lineares* V. H. anschliessen würden, d. h. nach Cleve: *Caloneis*, *Naviculae decipientes* etc.

Diese Gruppe möge als „*Naviculae lanceolatae*" bezeichnet sein, und durch Hinzufügung: „incl. *Pinnulariae*" könnte ja der Umfang hier näher festgesetzt werden.

a 2) Formen von elliptischem-oval-rundlichem Umriss; bei den Uebergangsformen von der ersten Gruppe sind die Enden etwas geschnäbelt. Schalenlänge zur Schalenbreite selten das Verhältniss 2 : 1 überschreitend. Zellenden stets rund. Von den Verhältnisszahlen machen nur die ebenfalls hierher gehörigen konstrikten Formen eine Ausnahme.

Chromatophoren ausnahmslos weit über die Schalen übergreifend und meist — abgesehen von den Uebergangsformen — mit sehr stark und mannigfaltig, oft bizarr, stets aber annähernd symmetrisch ausgezackten Rändern.

Die Uebergangsformen von der vorigen zu dieser Gruppe glaube ich in *Navicula humerosa*, *latissima* und *elliptica* zu sehen, im übrigen gehören hierher die ganzen *Naviculae didymae*, *ellipticae*, *lyratae*, *Hennedyeae* V. H., oder nach Cleve: *Diploneis*, *Naviculae punctatae* und *lyratae*, soweit nicht die Schalenstellung der Chromatophoren ihre Absonderung zu *Pseudonavicula* nothwendig macht. Als „*Naviculae rotundae*" würde diese Gruppe zusammengefasst werden können.

b) Gürtelbänder complex. Hierher gehören die von Cleve unter *Naviculae mikrostigmaticae* zusammengestellten Formen, soweit eben Zwischenbänder vorhanden sind, z. B. *Navicula scopulorum*, *Grevillei*, *complanata*. „*Naviculae complexae*" dürfte hier eine geeignete Bezeichnung geben.

Somit ergiebt sich für die Uebersicht der Gattung „*Navicula* Bory." folgende Anordnung: 1. *Naviculae lanceolatae* (incl. *Pinnulariae*). 2. *Naviculae rotundae*. 3. *Naviculae complexae*. 4. *Pseudo Navicula*. 5. *Trachyneis* oder in weiterem Umfange *Dictyoneis*.

Hinsichtlich des ganzen Entwickelungsganges bekannt ist von diesen 5 Theilgattungen nur die erste in zahlreichen, die zweite in einzelnen Formen und von der dritten *Navicula scopulorum* und *N. constricta*. Die Beobachtung von *Navicula elliptica* Auxosporen bei Pfitzer[1]) ist freilich unvollständig. Beobachtungen aus der 4. und 5. Theilgattung wären daher besonders erwünscht.

Untergattung 1. *Naviculae lanceolatae.*

α. Pinnulariae.

Die zur Raphe mehr oder weniger rechtwinkelig bis radial verlaufenden Rippen lassen sich mit besten optischen Hülfsmitteln nicht in Perlreihen auflösen; meist Süsswasserformen.

1. *Navicula retusa* Breb. (22.)

77—94 : 18 μ.

Gürtelansicht rechteckig, Ecken gerundet.

Schalenansicht lineal — breit lanzettlich, in der Mitte etwas bauchig aufgetrieben. Raphe gerade, median, von einem schmalen glatten Saum begleitet, der in der Mitte ein wenig verbreitert ist. Die Rippen kräftig, durchweg radial verlaufend, 8 auf 10 μ. Die beiden mittleren von etwas verkürzten umgeben. (Fig. 34.)

2 Chromatophoren auf die Gürtelseiten beschränkt.

D. T. 21.

V. H. Treat. 170. II. 70.

Korügen. Küstensand. April 1897.

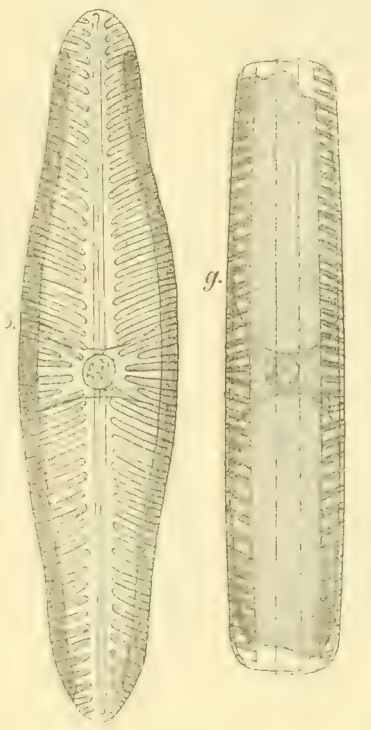


Fig. 34. *Navicula retusa*. 1000 : 1.

[1]) Pfitzer, Bau und Entwicklung etc. l. c. 65.

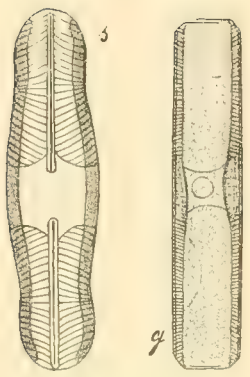


Fig. 35. *Navicula globiceps*. 1000 : 1.

2. *Navicula globiceps* Greg. (23).

40 : 9 μ.

Gürtelansicht rechteckig, Ecken abgeschrägt.

Schalen in der Mitte aufgeschwollen und an den Enden knopfig abgerundet. Mittelknoten mit sehr breitem Stauros, der nach dem Rande hin sich verschmälert. Rippen schwach, rechtwinkelig gegen die Raphe gerichtet, in der Mitte radial ausstrahlend an den Enden stark convergent, etwa 12—14 auf 10 μ. (Fig. 35.)

Zwei Chromatophoren bedecken die Gürtelseiten.

D. T. 31.

V. H. Treat. 173. II. 94.

Cleve Nav. D. II 77.

März — Mai. Küstensand bei Korügen.

Die Form ist eigentlich im Süsswasser zu Hause.

β. Naviculae lanceolatae propriae.

Die zur Raphe mehr oder weniger rechtwinkelig bis radial verlaufenden Rippen sind in Perlstriche auflösbar, oder es sind lediglich feine Punktreihen oder Striche vorhanden.

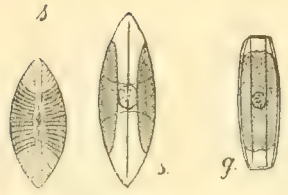


Fig. 36. *Navicula bahusiensis* 1000 : 1.

3. *Navicula bahusiensis* Grun. (24.)

14—20 : 5—8 μ.

Kleine, breit lanzettliche Form.

Gürtelansicht lineal, rechteckig.

Schale mit medianer, gerader Raphe von ganz schmaler glatter Zone begleitet. Striche durchweg radial verlaufend, 15—20 auf 10 μ. (Fig. 36.)

2 Chromatophoren an den Gürtelseiten, nicht ganz bis an die Zellenden reichend und mehr oder weniger weit, bisweilen bis an die Raphe selbst, auf die Schalen übergreifend.

D. T. 171.

V. H. Treat. 228. XXVII. 778.

Cleve N. D. II. 4.

In mit Küstensand angesetzten Kulturen fast ausnahmslos auftretende Form, Korügen, Neumühlen, Bellevue.

Frühjahr — Herbst.

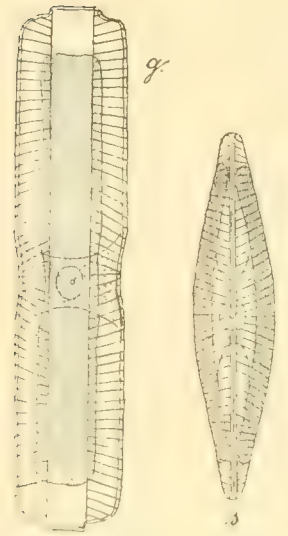


Fig. 37. *Navicula rhynchocephala* var. *amphiceros*. 1000 : 1.

4. *Navicula rhynchocephala* Ktzg. var. *amphiceros* Ktzg. (25.)

55--75 : 10 13 μ.

Gürtelseite rechteckig, in der Mitte eine geringe Einbuchtung.

Schale lanzettlich, nicht geschnäbelt oder geknöpft.

Striche rechtwinkelig zur Raphe, in der Mitte etwas ausstrahlend, an den Enden convergirend, 8—9 auf 10 μ.

Zwei Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an. (Fig. 37.)

D. T. 45.

V. H. Syn. 84. VII. 30.

Cleve Nav. D. II 15.

Juhlin-Dannfelt 25.

September — Oktober in der Beggiatoa-Vegetation des weissen Grundes im Kieler Bootshafen.

5. *Navicula viridula* Ktzg. (26.)

[var. *lata* n. var. u. var. *rostellata* Ktzg.]

45—65 : 8—12 μ und 73—86 : 18 μ.

Gürtelansicht rechteckig, in der Mitte ganz wenig angeschwollen.

Schalenansicht mehr oder weniger breit lanzettlich, Enden etwas geschnäbelt. Raphe gerade, median, von schmalem, glattem Saum begleitet, der sich am Mittelknoten erheblich verbreitert. Striche in der Schalenmitte radial verlaufend an den Enden rechtwinkelig zur Raphe oder wenig convergirend, 10 bis 11 auf 10 μ, die breitere Form zeigt nur 7—8 auf 10 μ. (Fig. 38.)

2 Chromatophoren sind auf die Gürtelseite beschränkt.

Auxosporenbildung dieser Form beobachtet, cf. G. Karsten Diatomeen I, wo sie irrthümlich als *Navicula peregrina* bezeichnet ist. (cf. Fig. 32.)

D. T. 43.

V. H. Syn. 84. VII. 23. 24.

Cleve N. D. II. 15.

Juhlin-Dannfelt 26.

Möltenort, Korügen, an Pfählen. März bis April.

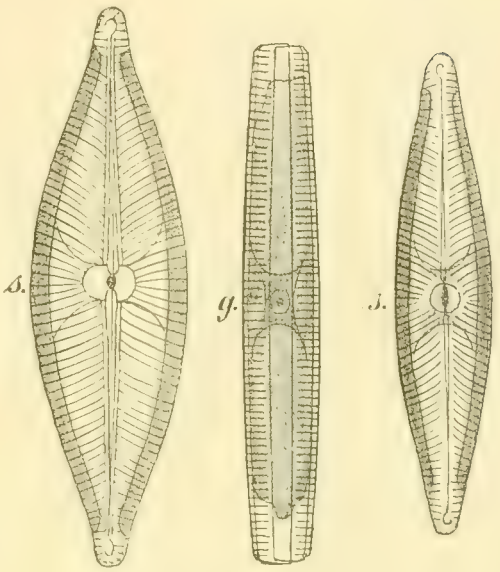


Fig. 38. *Navicula viridula.* [var. *lata* und var. *rostellata.*] 1000 : 1.

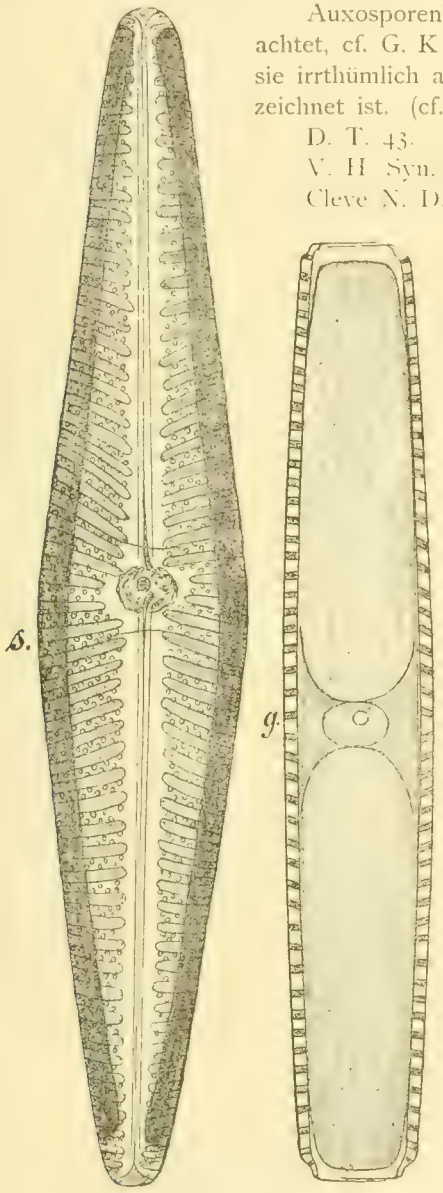


Fig. 40. *Navicula peregrina.* 1000 : 1.

6. *Navicula humilis* Donk. (27.)

28 : 10 μ.

Schalen in der Mitte bauchartig angeschwollen, an beiden Enden knopfartig verdickt.

Raphe gerade. Beiderseits der Raphe grobe, rippenartige Perlreihen, durchweg radial verlaufend, 7—8 auf 10 μ. (Fig. 39.)

Chromatophoren zwei, den beiden Gürtelseiten anliegend.

D. T. 47.

V. H. Treat. 182. III. 127.

Cleve. N. D. II. 16 unter *N. hungarica* var. *capitata.* Ehb.

Auf Schlick im Kieler Hafen vor den Munitionsschuppen August 1898.

Fig. 39. *Navicula humilis.* 1000 : 1.

7. *Navicula peregrina* Ehrb. (28.)

120—150 : 27—28 μ

Gürtelansicht rechteckig, Ecken abgeschrägt.

Schalenansicht breit-lanzettlich, mit stumpf-gerundeten Enden. Raphe median, gerade, von breitem, am Mittelknoten verbreitertem, glattem Saum begleitet. Zeichnung grob, rippenartig, doch lässt sich Auflösung der Rippen in Perlreihen, durch feine Streifung bedingt, erzielen. Perlstriche radial verlaufend, die mittleren von ungleicher Länge, an den Enden rechtwinkelig zur Raphe. 5—6 auf 10 μ (Fig. 40.)

2 Chromatophoren auf den Gürtelseiten.

D. T. 38.
W. Sm. I 56. XVIII. 170.
V. H. Syn. 81. VII. 2.
Cleve N. D. II. 18.
Juhlin-Dannfelt 25.
März—April. Küstensand. Korügen.

8. *Navicula salinarum* Grun. (29.)

30—40 : 10 μ.

Fig. 41.
Navicula salinarum.
1000 : 1.

Gürtelseite rechtwinkelig.
Schale elliptisch mit etwas vorgezogenen Enden.
Raphe gerade, schmal. End- und Mittelknoten schmal.
Striche radial ausstrahlend, an den Enden mehr rechtwinkelig. Mittlere Striche abwechselnd länger und kürzer, 14—15 auf 10 μ. (Fig. 41.)
Chromatophoren 2, den Gürtelseiten anliegend.
D. T. 40.
V. H. Syn. 82. VIII. 9.
Cleve. N. D. II. 19.
Kleine, lebhaft sich bewegende Form, die in der Beggiotoa-Vegetation häufig auftrat, auch sonst nicht selten ist. Februar—März 1898.

Fig. 42. *Navicula Cyprinus.* 1000 : 1.

9. *Navicula Cyprinus* W. Sm. (30.)

70—76 : 18 μ.

Gürtelseite gerade lineal, die Schalenränder gegen das Gürtelband ausgeschweift.

Schale in der Mitte schwach ausgebaucht, an den Enden keilförmig zugespitzt. Raphe gerade, Centralknoten verlängert, Endknoten nach derselben Seite umgebogen. Raphe von schmaler glatter Zone begleitet, die am Mittelknoten etwas verbreitert ist. Beiderseits der Raphe, ausserhalb der glatten Zone breite Perlstriche. Perlen undeutlich. Striche in der Mitte ausstrahlend und konkav gegeneinander gekrümmt; an den Zellenden rechtwinkelig gegen die Raphe. Mittelstriche ungleich; der mittelste grösser als die beiderseits benachbarten, 8—9 auf 10 μ. (Fig. 42.)

Chromatophoren 2, den Gürtelseiten anliegend, ganzrandig, auf die Schalen übergreifend, fast bis an die Raphe hinanreichend; bei anderen Individuen auf die Gürtelseiten beschränkt.

D. T. 51.
W. Sm. I 57. XVIII. 176.
V. H. Syn. 86. VII. 3.
Cleve N. D. II. 20. = *N. digito-radiata* Greg. var. *Cyprinus* W. Sm.
Juhlin-Dannfelt 25.
Beggiatoa-Vegetation im Kieler Bootshafen. Februar—März 1898.

10. *Navicula Placentula* Ehrb. (31.)

50—62 : 16—20 μ.

Schalenansicht breit lanzettlich.

Raphe gerade, median. Striche radial verlaufend, 7—8 auf 10 μ, die der Mitte verkürzt, so dass ein kleiner Raum am Mittelknoten frei bleibt. Dieses Strichsystem von kleineren Linien unregelmässig, jedoch mehr oder weniger parallel dem Schalenumriss geschnitten und gestrichelt.

Zwei Chromatophoren an den Gürtelseiten. (Fig. 43. 1.)
D. T. 55.
V. H. Syn. 87. VIII. 26—28.
Cleve N. D. II. 23.
Juhlin-Dannfelt var. *subsalsa*. 25.

11. *Navicula dicephala*. W. Sm. var.? (32.)

50 : 11 μ.

Lanzettliche Schalenansicht mit geschnäbelten Enden. (Die richtige *dicephala* stark geknöpfte Enden!) Striche radial verlaufend, an den Enden rechtwinkelig zur medianen Raphe, 8—9 auf 10 μ. Die Mittelstriche kürzer. (Fig. 43. 2.)

Zwei Chromatophoren an den Gürtelseiten; während *N. dicephala* nach Cleve u. *A. S.* Atlas LXXII. 29—33. *Cymbella* ähnliche Chromatophoren führt.
D. T. 57.
W. Sm. I. 53. XVII. 157.
V. H. Syn. 87. VIII. 33. 34.
Cleve N. D. II. 21.
Juhlin-Dannfelt 26.

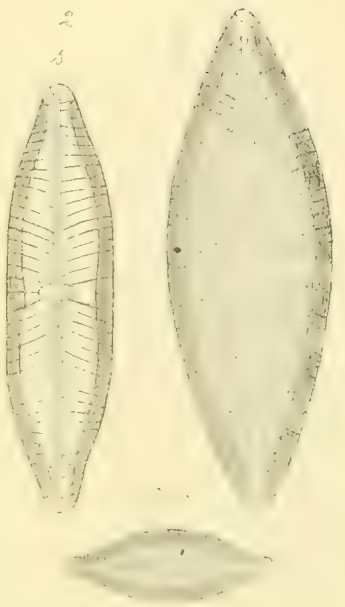


Fig. 43.
1. *Navicula Placentula*.
2. *N. dicephala*.
3. *N. anglica*.
1000 : 1.

12. *Navicula anglica* Ralfs. (33.)

25—28 : 9—10 μ.

Schalenansicht lanzettlich mit stark geschnäbelten Enden. 15—17 radial verlaufende Striche auf 10 μ.

Zwei Chromatophoren auf den Gürtelseiten. (Fig. 43. 3.)
D. T. 56.
V. H. Syn. 87. VIII. 29. 30.
Cleve N. D. II. 22.

Diese drei Süsswasserformen im April und Mai bei Korügen und Neumühlen.

13. *Navicula corymbosa* C. Ag. (34.)

20—36 : 7 μ.

Gürtelseite rechtwinkelig.

Schale schmal-lanzettlich. Raphe gerade, Mittel- und Endknoten unbestimmt.

Striche annähernd rechtwinkelig zur Raphe, an den Enden ein wenig radial, etwa 20 auf 10 μ. (Fig. 44.)

2 Chromatophoren den Gürtelseiten anliegend.

Individuen massenhaft in verzweigten Gallertschläuchen.

D. T. 292.

V. H. Syn. XVI. 21 [1]).

Cleve N. D. II. 26.

Im Frühjahr überall häufig.

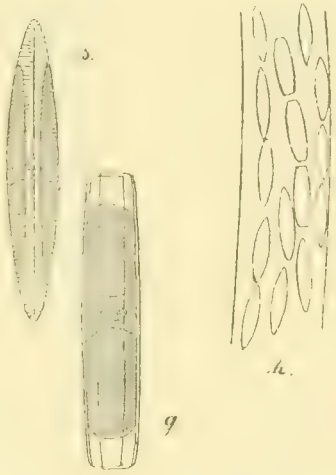


Fig. 44. *Navicula corymbosa*.
1000 : 1. h = 250 : 1.

[1]) Im Treat. 231. XXVII. 780 bis. ist, wohl versehentlich, Synopsis XV. 21. als Belegfigur angegeben und auch reproducirt.

14 *Navicula ramosissima* Ag. (35.)

20—70 : 4—10 μ.

Gürtelseite lineal, rechteckig.

Schalen lanzettlich, am Ende abgerundet.

Raphe gerade, Mittel- und Endknoten unbestimmt; 9—10 rechtwinkelig zur Raphe gerichtete Striche auf 10 μ. (Fig. 45.)

Zwei glattrandige Chromatophoren an den Gürtelseiten. Die Individuen einzeln oder zu vielen in Gallertscheiden. Im August fand in Kultur lebhafte Auxosporenbildung statt, die völlig nach dem Schema des Typus II erfolgte. Perizonium glatt. Hin und wieder fielen mir grössere Auxosporen auf, die bis 100 μ Länge zeigten und 4 statt der normalen 2 Chromatophoren besassen. Sie dürften durch Vereinigung der 4 Tochterzellen zu einer statt zwei Auxosporenzellen entstanden sein.

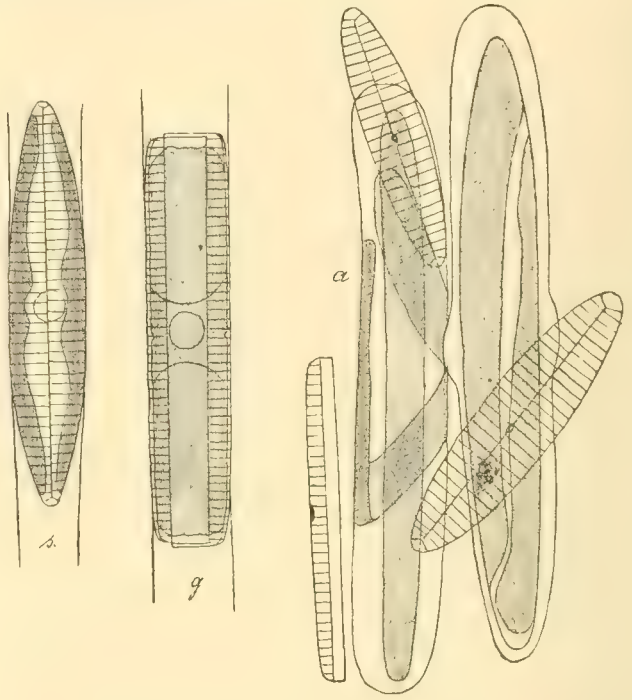


Fig. 45. *Navicula ramosissima.* 1000 : 1.

D. T. 286.

V. H. Syn. 110. XV. 4. 5

Cleve Nav. D. II. 26.

Im August auf schwimmenden Pfählen bei Neumühlen.

15. *Navicula directa* W. Sm. (36.)

78—140 : 10—12 μ.

Gürtelseite rechteckig mit wenig gebauchten Längswänden.

Schalen lanzettlich. Raphe median, gerade. Striche genau rechtwinkelig zur Raphe, alle untereinander parallel, kein Stauros oder dergl. 7—8 auf 10 μ. Mittelknoten klein, oblong. (Fig. 46.)

2 Chromatophoren, auf die Gürtelseiten beschränkt. Auxosporenbildung in Kultur. Perizonium stark geringelt, 20 μ im Durchmesser. Kappen später, als Oeffnungsstellen fungirend deutlich sichtbar.

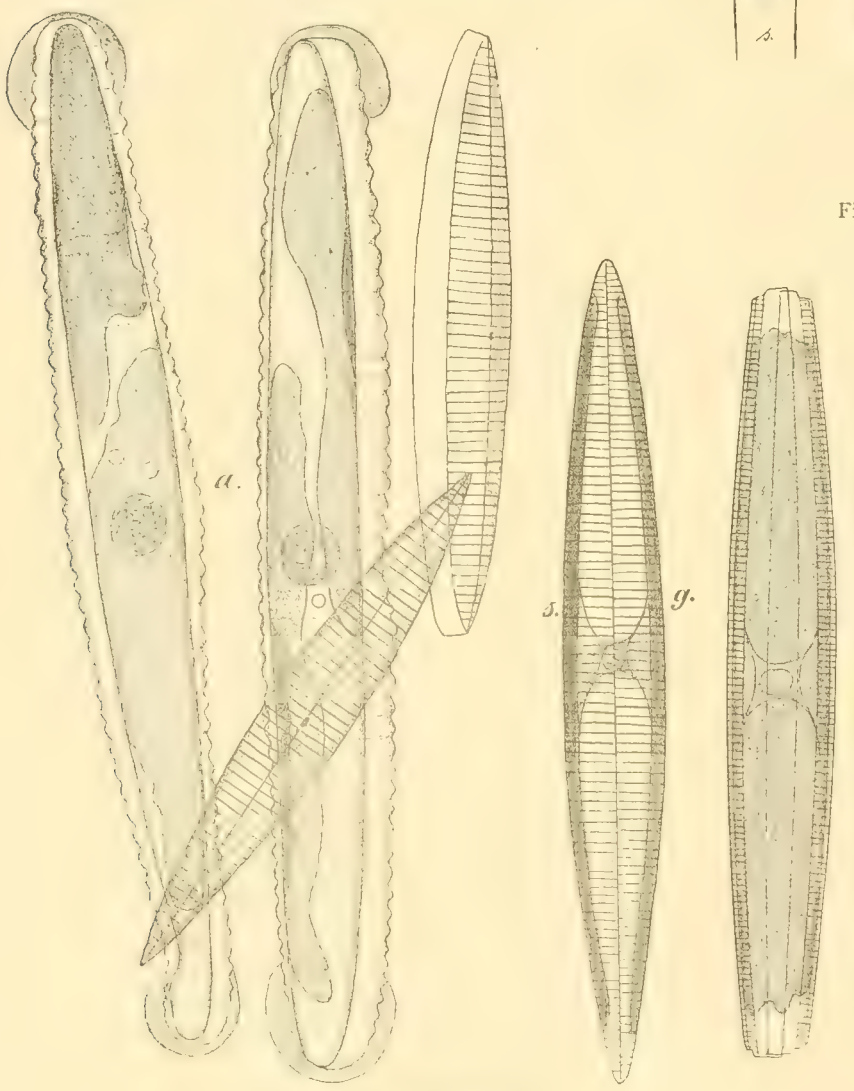


Fig. 46. *Navicula directa.* 1000 : 1.

D. T. 22.

W. Sm. I. 56. XVIII. 172

V. H. Treat. 189. XXV. 722.

Cleve N. D. II. 27.

Juhlin-Dannfelt 28.

Möltenort an Brettern und Pfählen zwischen Bryozoen. Februar 1897.

16. *Navicula subtilis* n. sp. = (37.)
(*N. directa* var. *subtilis* Greg.)

22—60 : 6—10 μ.

Der vorigen Form ausserordentlich ähnlich und mit ihr zugleich gefunden. Doch sind die Striche nicht ganz bis an die Raphe zu verfolgen, auch nicht mathematisch genau rechtwinkelig sondern sehr wenig radial verlaufend; 11—12 auf 10 μ. (Fig. 47.)

Zellinhalt und Auxosporenbildung wie vorher.

2 grosse und 2 kleine Kerne in jeder neu entstandenen Zygote.

Es scheint mir unsinnig zu sein, eine in jeder Beziehung wohl definirte Form nur der äusseren Aehnlichkeit halber als Varietät einer anderen aufzufassen; da der Name *N. subtilis* nicht anderweitig beansprucht wird — nach Cleve's Register zu urtheilen — so nenne ich diese Form *Navicula subtilis*.

D. T. 23.

V. H. Treat. 189. XXV. 723.

Cleve N. D. II. 27.

Möltenort in Bryozoenrasen. Februar 1897.

17. *Navicula crucigera* W. Sm. (38.)

90—204 μ : 12 μ.

Gürtelseite rechteckig.

Schalen lanzettlich. Raphe gerade, mit kleinen weit hinausgeschobenen Endknoten und grossem, lanzettlichem Mittelknoten. Striche rechtwinkelig zur Raphe gerichtet und sie fast erreichend, 12 auf 10 μ bis ans Ende parallel! In der Mitte der Schale begrenzen zwei stärker

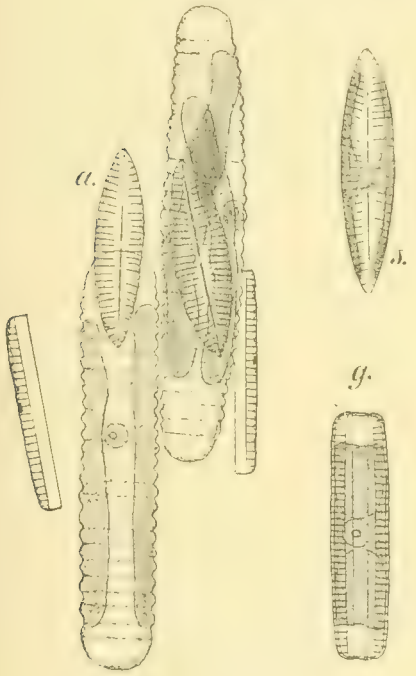


Fig. 47. *Navicula subtilis*. 1000 : 1.

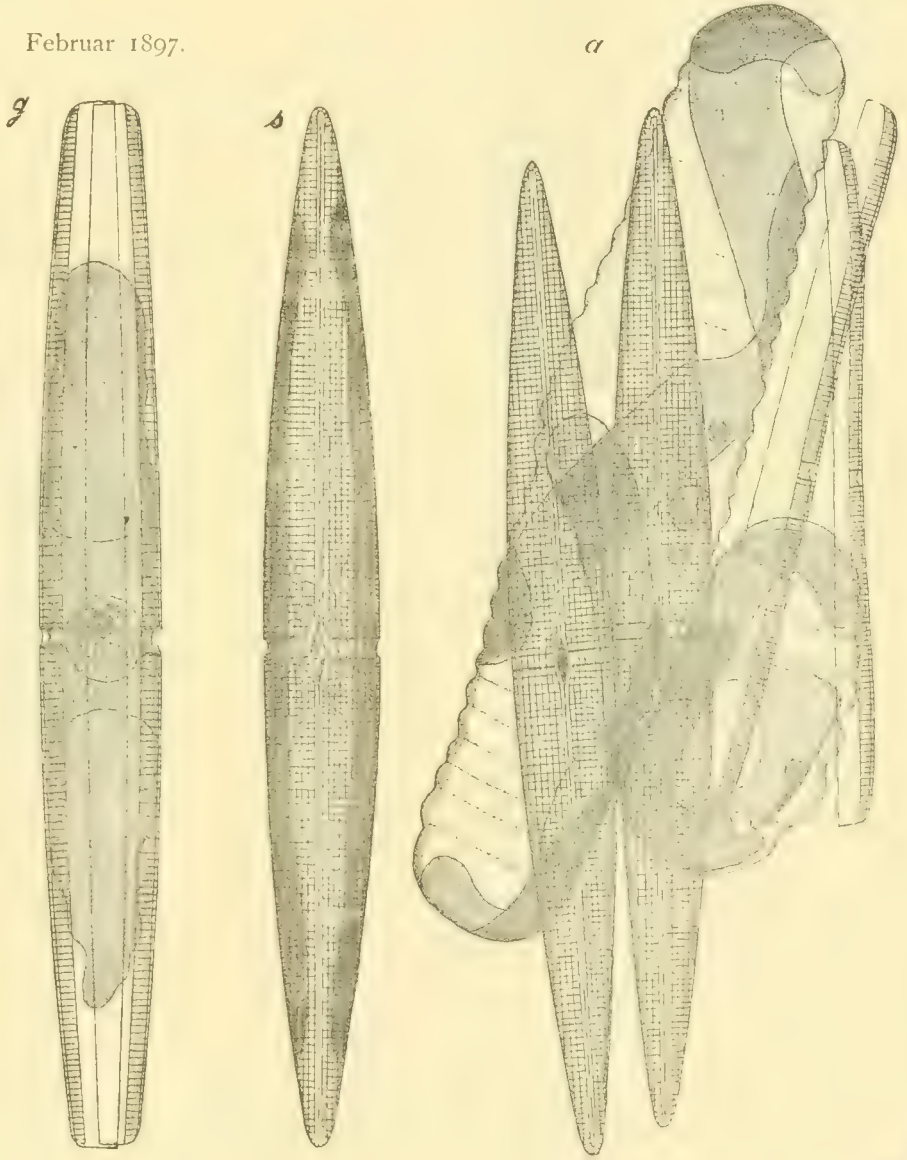


Fig. 48. *Navicula crucigera*. 1000 : 1.

geprägte Striche einen schmalen Stauros (etwa 2 Striche ausgefallen!). Dies ganze System wird von sehr feinen Linien, die der Raphe parallel laufen, 17—20 auf 10 μ, geschnitten. (Fig. 48.)

Zwei Chromatophoren in Gürtellage, keine Pyrenoïde.

Auxosporenbildung nach Typus II. cf. G. Karsten Diatomeen III. Flora 1897. 203 ff.

Die ganzen Individuen oft — doch nicht immer — in Gallertschläuchen.

D. T. 30).

W. Sm. II. 74 LVI. 354.

V. H. Syn. II. XVI. 1.

Cleve Nav. D. I. 111.

März—Mai und September—November flache Sandküsten bei Korügen, Bellevue.

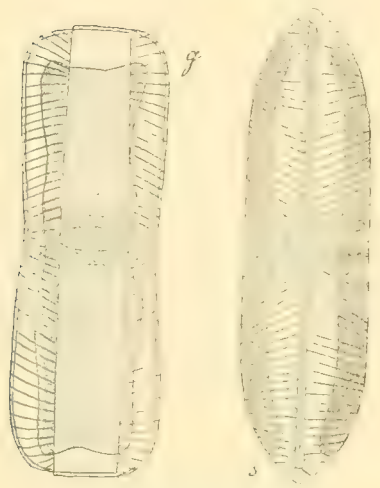


Fig. 49. *Navicula ammophila* var. *lata*. 1000 : 1.

18. *Navicula ammophila* Grun. var. *lata*. n. v. (39.)

56 : 15 μ.

Gürtelansicht ein wenig eingebuchtet, sonst rechteckig, Ecken abgerundet.

Schalen breit, keilförmig zugespitzt.

Raphe von einem ganz schmalen glatten Rand beiderseits begleitet. Mittelknoten rundlich, klein, von unbestimmtem Raum umgeben. Striche rechtwinkelig gegen die Raphe gerichtet, in der Mitte radial ausstrahlend, an den Enden fast genau rechtwinkelig oder wenig convergirend, 12 auf 10 μ. (Fig. 49.)

Zwei Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an und sind an den Enden wenig ausgerandet.

Die Form gehört jedenfalls in die Nähe von *N. cancellata* und *ammophila* und steht letzterer in der engeren Zeichnung der Schale näher.

Cleve N. D.: *Nav. ammophila* u. *cancellata*. II. 29. u. 30.

September—October 1897 unter Beggiatoa-Vegetation vom weissen Grund des Kieler Bootshafens.

19. *Navicula cancellata* Donk. var. *Gregorii*. Ralfs. (40.)

30 : 8 μ.

Fig. 50. *Navicula cancellata* var. *Gregorii*. 1000 : 1.

Gürtelansicht in der Mitte eingeschnürt, sonst rechteckig mit etwas vorgewölbten schmalen Seiten. Schalenansicht lanzettlich mit ziemlich scharf gespitzten Enden. Raphe gerade, von sehr schmalen glatten Linien begrenzt, die sich am Centralknoten wenig erweitern. Striche etwa 7 auf 10 μ, rechtwinkelig zur Raphe gestellt, nur in der Mitte radial ausstrahlend. (Fig. 50.)

2 Chromatophoren an den Gürtelseiten, an den Zellenden tief eingebuchtet.

D. T. 48.

Grun. Arct. D. 37.

A. S. Atlas XLVI. 41. 42. u. 71. 72.

Cleve Nav. D. II. 30.

Im Küstensand von Korügen. März—Mai; nicht sehr häufig.

20. *Navicula mollis* (W. Sm.) Cl. (41.)

30—60 : 10 μ.

Gürtelansicht ein je nach Alter mehr oder weniger breites Rechteck, mit etwas eingebuchteten schmalen Seiten.

Schalenansicht breit-lanzettlich, Enden stumpf abgerundet. Raphe von ganz schmalem, glattem Strich beiderseits begleitet; Centralknoten deutlich. Die übrige Schale von Strichen eingenommen, welche durchweg etwas radial gerichtet sind, 15 auf 10 μ. (Fig. 51.)

Zwei Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an und zeigen in älteren Individuen an beiden Enden wie in der Zellmitte kleine Einschnitte.

Die ganzen Individuen in Gallertschläuchen eingeschlossen.

D. T. 284

W. Sm. II. 77. LVIII. 365.

V. H. Syn. XV. 23. 24.

Cleve Nav. D. II. 26.

Im Frühjahr wie im Herbst an den Küsten im Sand, wie draussen bei Boje C und sonst zwischen Sphacelarien und auf Muscheln und Steinen.

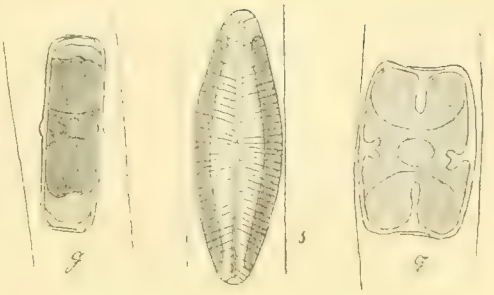


Fig. 51. *Navicula mollis.* 1000 : 1.

21. *Navicula crucicula.* W. Sm. (42.)

50—92 : 19—23 μ.

Gürtelseite breit, gerade; Schalenränder bogig verlaufend.

Schalen bauchig angeschwollen, an den Enden stark verjüngt, geschnäbelt. Raphe gerade, von schmaler glatter Zone beiderseits begleitet; diese am Mittelknoten kreisförmig erweitert.

Sehr feingeperlte Striche rechtwinkelig gegen die Raphe gerichtet, nur in der Mitte radial verlaufend, 15—16 auf 10 μ. Die beiden mittelsten viel stärker und weiter von einander entfernt rufen den Anschein eines Stauros hervor. (Fig. 52.)

Chromatophoren zwei, an den Gürtelseiten; sie sind an den Zellenden eingebuchtet. Die Ränder beiderseits auf die Schalen bis unweit der Raphe übergreifend in der Mitte wiederum eingeschnitten, oft bis auf die Gürtelseite hinüber.

D. T. 115

W. Sm. I. 60. XIX. 192.

V. H. Syn. 96. X. 15.

Cleve N. D. I. 130.

Juhlin-Dannfelt. 28.

In Beggiatoa-Vegetation aus dem Kieler Bootshafen im Februar 1898 reichlich.

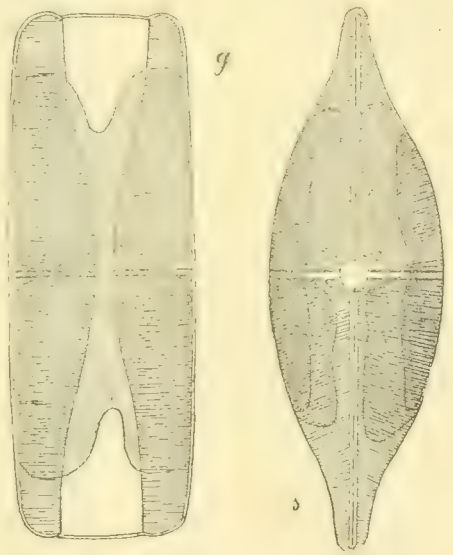


Fig. 52. *Navicula crucicula.* 1000 : 1.

Fig. 53. *Navicula Liber.* 1000 : 1.

22. *Navicula Liber* W. Sm. (43.)

88—160 : 13—16 μ.

Gürtelseite rechteckig, in der Mitte, dem Centralknoten entsprechend eine kleine Ausrandung.

Schale langgestreckt-lineal mit abgerundeten Enden. Raphe median. End- und Mittelknoten nach derselben Seite umgebogen. Striche rechtwinkelig gegen die Raphe und einander parallel gerichtet, 17 auf 10 μ. An den Enden strahlen die Striche allseitig radial aus. Eine dem Schalenrande parallel laufende Linie schneidet

alle Striche in der halben Entfernung von Raphe zum Schalenrand. Um den Mittelknoten bleibt ein oval-lanzettliches, freies Feld von erheblicher Grösse. (Fig. 53.)

Zwei glattgerandete Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an und bedecken sie vollständig.

D. T. 157.

W. Sm. I. 48. XVI. 133.

V. H. Syn. 104. XII. 36.

Cleve Nav. D. I 54.

Im Herbst, November!, in Kulturen von Boje C zwischen Sphacelarien; auf Schlick häufig.

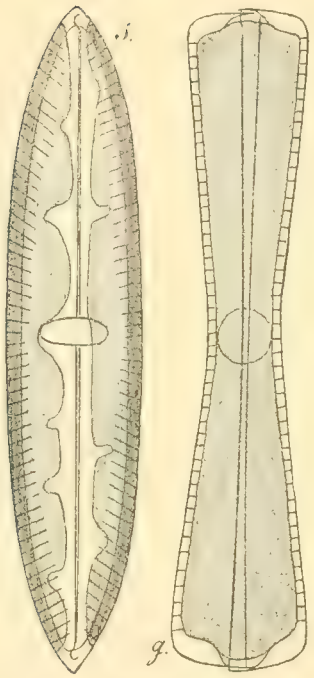


Fig. 54. *Navicula neglecta* n. sp. 1000 : 1.

23. *Navicula neglecta* n. sp. (44.)

82 : 18 μ.

Gürtelseite von den abgerundeten Enden gegen die Mitte hin stark verjüngt.

Schale elliptisch-lanzettlich, Enden zugespitzt.

Raphe gerade, median; von einem breiten, die Schalenumrisse wiederholenden glatten Saum begleitet; der Rest der Schale von radial auslaufenden geperlten Strichen, 6—7 auf 10 μ eingenommen, die von der Mitte aus nach den Schalenenden an Länge zunehmen.

In geringer Entfernung vom Rande verläuft eine dieses Strichsystem schneidende, dem Schalenumriss gleichsinnige Linie.

Zwei Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an und greifen mit den leicht eingeschnittenen Rändern fast bis zur Mittellinie der Schalen über. (Fig. 54.)

Die Form steht der *N. formosa* Greg. am nächsten, welche jedoch wesentlich feinere Zeichnung besitzt.

Cleve N. D. I. 57.

Auf Schlick aus der Eckernförder Bucht, Südseite. 18 m Tiefe. Mai bis Juni 1898.

Untergattung 2. *Naviculae rotundae.*

Rundlicher Schalenumriss, weit auf die Schalen übergreifende, reich ausgezackte Chromatophoren.

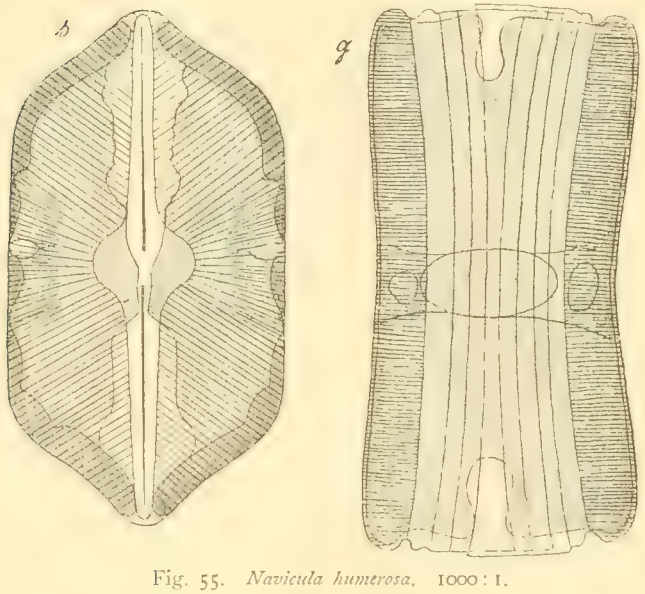


Fig. 55. *Navicula humerosa.* 1000 : 1.

24. *Navicula humerosa* Breb. (45.)

50—66 : 24—34 μ.

Gürtelseite rechteckig, abgerundete Ecken, etwas eingeschnürt in der Mitte; kleine Einbuchtung beim Ansatz der Valva ans Gürtelband.

Schalenansicht breit mit kurz geschnäbelten abgerundeten Enden. Raphe gerade von einem nach den Endknoten hin etwas verjüngten, am Centralknoten elliptisch-kreisförmig stark verbreiterten glatten Streifen begleitet. Perlstriche durchweg radial ausstrahlend bis ans Ende, völlig gerade nicht bogenförmig verlaufend, in der Mitte mehr oder weniger regelmässig abwechselnd kurz und lang; 10 auf 10 μ. (Fig. 55.)

Zwei den Gürtelseiten anliegende Chromatophoren vorhanden, welche auf beide Schalenseiten weit hinübergreifen und, mit unregelmässiger Linie abschneidend, nur etwa das glatte Mittelband der Schale, das die Raphe umschliesst, frei lassen. Auf der Gürtelseite sind 2 kleine Ausbuchtungen vorhanden, in der Schalen-

ansicht sind oft 2 unregelmässig begrenzte Löcher wahrzunehmen, deren geradlinige Verbindung durch den Centralknoten gehen würde. 1 grosser Kern im centralen Plasmabande.

D. T. 127.
W. Sm. II. 93.
V. H. Syn. 98. XI. 20.
Cleve N. D. II 43.
Juhlin-Dannfelt 29.

März—August Korügen, Möltenort im Küstensand; eine durch ihre Grösse und dunkel olivbraun-grüne Farbe sehr auffallende Form, die in Kultur gut aushält, doch bisher keine Auxosporen bildete.

25. *Navicula latissima* Greg. und var. *constricta* n. v. (46.)

126 : 68 μ und 128 : 48 resp. 45 μ.

Gürtelseite im Umriss derjenigen von *N. elliptica* ähnlich.

Schale breit-elliptisch; bei der Var. in der Mitte wenig eingezogen. Die Enden etwas geschnäbelt. Raphe gerade, an den Enden gleichsinnig umgebogen von breitem, glattem Streifen begleitet, der in der Zellmitte kreisförmig verbreitert ist. Geperlte Striche radial verlaufend, an den Zellenden etwas mehr rechtwinkelig zur Raphe. Mittlere Striche von ungleicher Länge, 6 auf 10 μ, bei der Var. 11—12 auf 10 μ. (Fig. 56.)

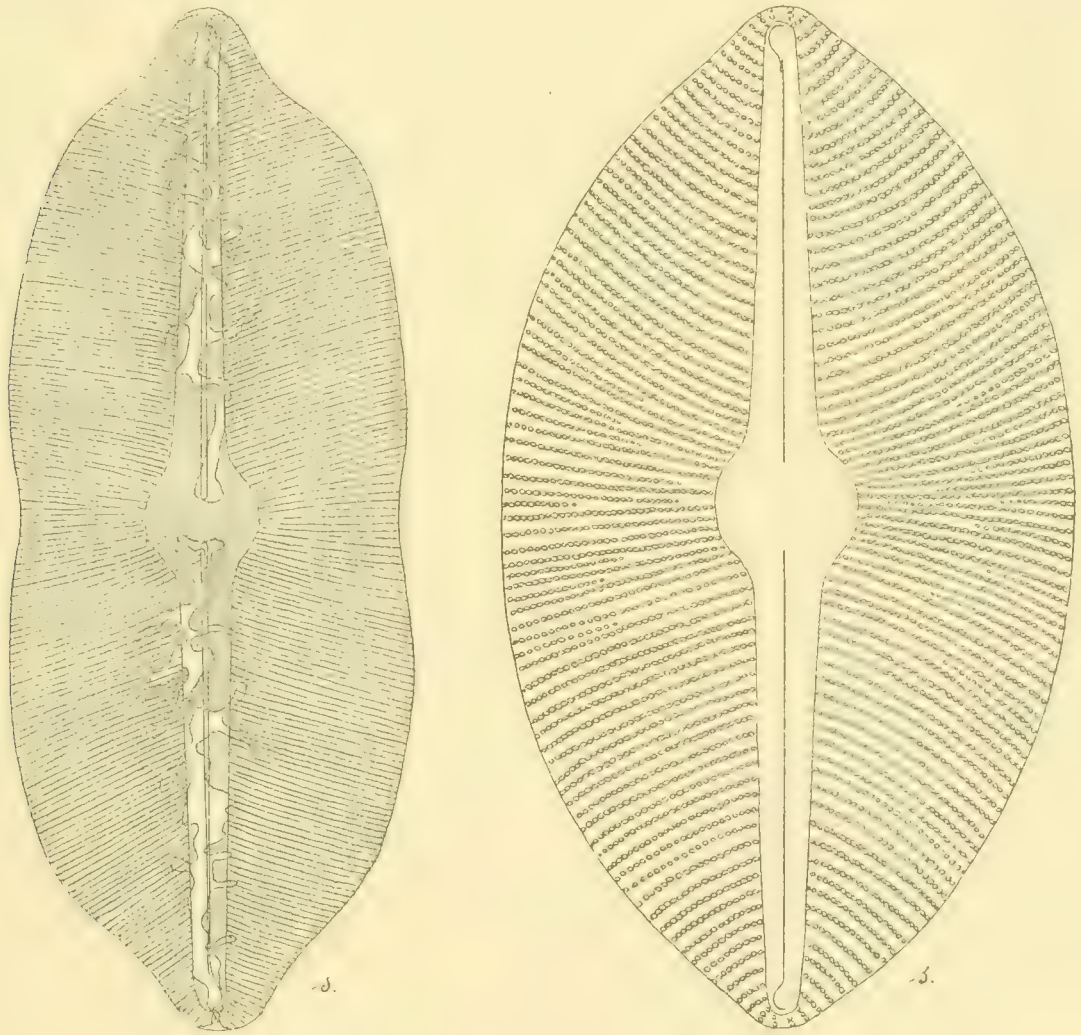


Fig. 56. *Navicula latissima* Greg. und var. *constricta* n. var. 1000 : 1.

Chromatophoren 2, den Gürtelseiten anliegend. An den Rändern mannigfach eingeschnitten. Im abgebildeten Falle ist die Theilung der auf die Schalen verschobenen Chromatophoren fast beendet. Die Ein- und Ausschnitte der Ränder entsprechen sich, nur werden die Einschnitte dann noch etwas vertieft.

D. T. 132.
V. H. Treat. 211. XXVII. 762.
Cleve N. D. II. 43.
Juhlin-Dannfelt 29. Doch nur von Travemünde!
Auf Schlick aus der Eckernförder Bucht, 17 m tief.

26. *Navicula elliptica* Ktzg. [var. *grandis* Grun.] (47.)

40—75 : 20—27 μ.

Gürtelseite im rohen Umriss etwa rechteckig, an den langen wie an den schmalen Seiten eingedrückt.

Schalenseite elliptisch, häufig ein wenig ausgeschweift gegen die stumpf abgerundeten Enden. Gerade Raphe mit deutlichen End- und Mittelknoten, begleitet von einem am Centralknoten stark elliptisch erweiterten glatten Streifen. Die übrige Schale zeigt schwierig in Perlen auflösbare Striche, 11—12 auf 10 μ, welche gegen eine auf der Schalenoberfläche durch den Centralknoten gelegte, auf die Raphe rechtwinkelig gerichtete Linie sämmtlich etwas konvex gebogen sind. (Fig. 57.)

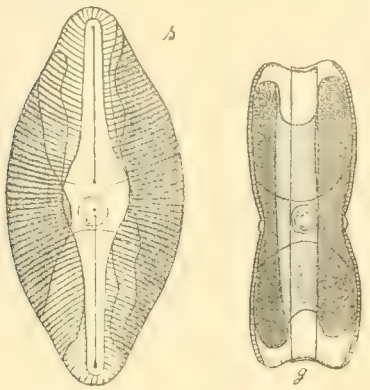


Fig. 57. *Navicula elliptica*. 1000 : 1.

Zwei den Gürtelseiten anliegende Chromatophoren greifen soweit auf beide Schalen über, dass die glatte Mittelzone frei bleibt. In der Gürtelansicht ist an beiden Enden eine flache Ausbuchtung vorhanden. Die Chromatophoren reichen nicht bis an die Schalenenden.

D. T. 89.
V. H. Syn. 92. X. 10.
Cleve N. D. I. 92
Juhlin-Dannfelt 30.

Die Unterschiede der var. *grandis* gegen die im Süsswasser lebende typische Form betreffen fast nur die Grösse, also ein besonders in solchem Falle sehr wenig aussagendes Merkmal; man würde die var. wohl am besten einziehen!

März—Sommer. Korügen, Möltenort auf Küstensand. In Kultur trat starke Vermehrung ein, doch konnte keine Auxosporenbildung beobachtet werden.

27. *Navicula Reichardtii* Grun. (48.)

21—30 : 10—14 μ.

Schalen oval. Raphe gerade. End- und Mittelknoten undeutlich.

Schalenzeichnung von rechtwinkelig gegen die Raphe verlaufenden, schwach radialen, sehr fein geperlten Strichen, 12 auf 10 μ, gebildet. Diese erreichen jedoch die Raphe nicht, sondern werden durch eine sehr schmale, lyra-förmige, glatte Figur, die am Schalenende zu den Endknoten fast völlig zusammenschliesst, von ihr ferngehalten. Die Innenseite der Lyra bleibt glatt bis zur Raphe selbst. (Fig. 58.)

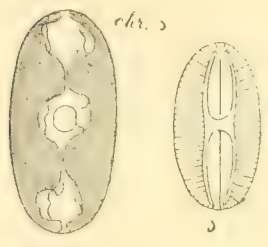


Fig. 58. *Navicula Reichardtii* 1000 : 1.

Chromatophoren 2, den Gürtelseiten anliegend und auf die Schalen übergreifend. In der Zellmitte wie an den beiden Endknoten bleiben etwa kreisrunde Flecke frei von den Chromatophoren, die im übrigen bis zur Raphe hinanreichen.

Grunow in V. H. Syn. X. 9.
Cleve N. D. II. 65.

Im Februar reichlich in einer Kultur von Boje C, die im November in üblicher Weise angesetzt war.

28. *Navicula pygmaea* Ktzg. (49.)

30 : 12 μ bis 70 : 26 μ.

Gürtelseite gerade, rechteckig.

Schalen elliptisch-oval. Raphe gerade, von sehr schmalem glattem Band begleitet. Striche ziemlich fein, 14—15 auf 10 μ, leicht radial verlaufend. Eine Lyrazeichnung schneidet in derselben Lage wie bei *N. Reichardtii* in das Streifensystem ein. Die Lyraarme reichen, sich allmählig verschmälernd, fast bis an die Endknoten. (Fig. 59.)

Zwei Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an. Sie erstrecken sich über beide Schalenseiten und stossen an den Enden wie am Centralknoten streckenweise aneinander, während sie an den dazwischen liegenden Stellen von einander weichen. Bei Zelltheilung und Auxosporenbildung rücken sie auf die Schalenseiten. Auxosporenbildung konnte im August—September 1898 auf Schlickproben aus der Flensburger Föhrde beobachtet werden; sie folgt vollkommen dem Typus II. Das Perizonium ist gewellt. Die Annahme, dass s. 1. Fig. 59 zu *N. pygmaea* gehöre, wird durch die Grössenverhältnisse der Auxosporen völlig gerechtfertigt.

D. T. 97

W. Sm. I 48. XXXI 274 = *N. minutula*? nach Cleve.

V. H. Syn. 94. X. 7. (giebt 26 Striche auf 10 μ an!).

Cleve N. D. II. 65.

Mai—Juni. Boje C zwischen Sphacelarien in Tiefe von 15—5 m und auf Schlick, z. B. aus der Eckernförder Bucht.

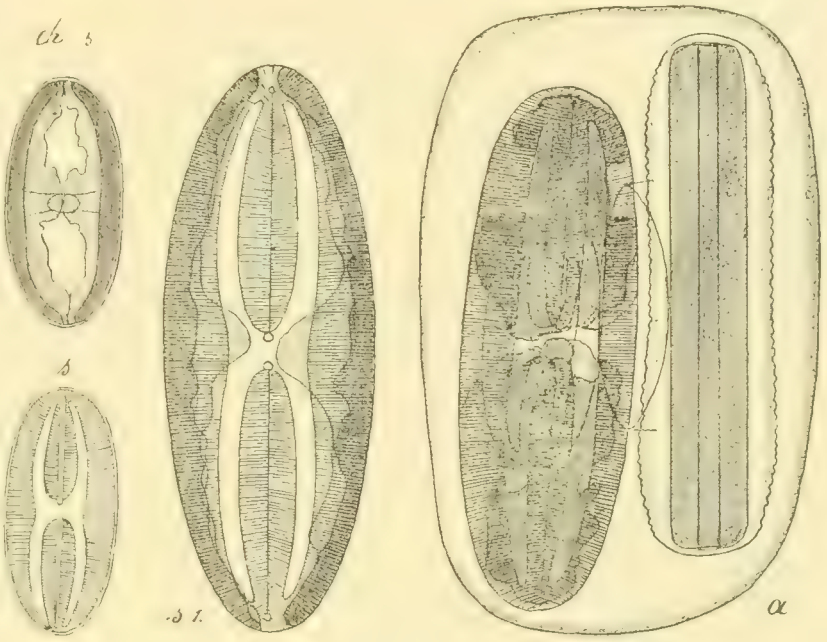


Fig. 59. *Navicula pygmaea.*
Individuen sehr verschiedener Grösse und Auxosporen. 1000 : 1.

29. *Navicula Smithii* Breb. (50.)

33—52 : 22—30 μ.

(Auf Schlick 1898 Individuen sehr gross z. B. 168 : 70 μ.)

Schalen elliptisch in wechselnden Verhältnissen der grossen zur kleinen Axe.

Raphe mit breitem, glattem, geradlinigem Bande. Endknoten mehr oder weniger vom Schalenende entfernt. Centralknoten verbreitert oval. Die ganze Raphe liegt in einem elliptischen, in der Mitte verbreiterten, mehr oder weniger glatten Band, welches die Perlreihen der Schale andeutungsweise durchscheinen lässt. Der Rest der Schale ist von durchweg etwas radial verlaufenden Rippen eingenommen, zwischen denen je 2 Reihen kleiner Perlen sichtbar sind, 6—9 auf 10 μ. (Fig. 60.)

Zwei Chromatophoren liegen auf den Gürtelseiten und bedecken mit ihren, mehr oder weniger abgerundeten Lappen und Vorsprüngen beide Schalenseiten, oft bis zur Raphe.

Die von Cleve abgetrennte *N. major* ist mit hierin enthalten, da beide Formen nach meiner Ueberzeugung untrennbar sind, ebenso die *N. Scutellum* O. Mea.

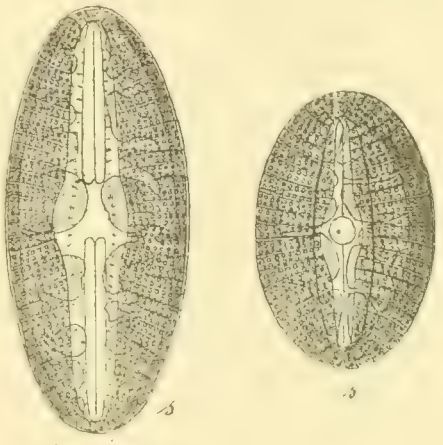


Fig. 60. *Navicula Smithii.* 1000 : 1.

D. T. 86.
W. Sm. I. 48. XVII. 152a.
V. H. Syn. 91. IX. 11. 12 und Suppl. Atlas 23.
Cleve N. D. I. 96.
Juhlin-Dannfelt 29.
Auf Schlick wie zwischen dichteren Algen z. B. Sphacelarien überall häufige Art.

30. *Navicula litoralis* Donk. (51.)

36 : 14 μ.

Fig. 61. *Navicula litoralis.* 1000 : 1.

Schalen elliptisch. Raphe schmal, von einem schmalen, am Centralknoten kaum erweiterten glatten Bande begleitet. Schalen mit geperlten Strichen gezeichnet, 12—14 auf 10 μ, welche durchweg ein wenig radial verlaufen. (Fig. 61.)

Zwei den Gürtelseiten anliegende Chromatophoren senden zahlreiche, stumpf abgerundete Vorsprünge an beiden Schalenseiten entlang, die sich an den Enden fast berühren, in der Mitte jedoch einen freien Raum lassen. Kern im centralen Plasmaband.

D. T. 88.
V. H. Syn. 92. Suppl. Atl. 25.
Grunow Zoolog.-bot. Ges. Wien 1860. 519. I. 19. *Navicula ovulum.*
Cleve N. D. I. 94.
Mai—Juni. Boje C in Tiefe von etwa 5—15 m zwischen Sphacelarien.

31. *Navicula Graeffii* Grun. (52.)

90 : 31 μ.

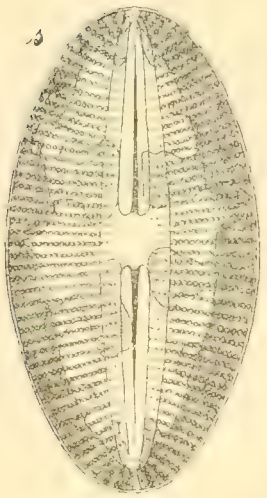


Fig. 62. *Navicula Graeffii.* 1000 : 1.

Schalen regelmässig elliptisch im Umriss.

Raphe gerade, sehr breit, von den End- zum Mittelknoten hin an Breite zunehmend. Centralknoten rund. Raphe von einem lanzettlich-elliptischen mehr oder weniger glatten Streifen begleitet, auf dem jedoch gleichsam wie halbverschleiert die Fortsetzung der auf dem Rest der Schale verlaufenden Perlreihen zu bemerken ist. Die Schale ist im übrigen mit durchweg radial verlaufenden Rippen bedeckt, etwa 8 auf 10 μ, zwischen je 2 Rippen ist eine einzelne Perlreihe von der Breite der Rippen vorhanden. (Fig. 62.)

Zwei den Gürtelseiten anliegende an den Schalenenden fast zusammenstossende Chromatophoren senden, von mehreren kleinen Ausläufern abgesehen, beiderseits des Centralknotens auf jeder Schalenseite 4 die Höhe der Raphe erreichende Vorsprünge aus.

D. T. 94.
S. Atlas VII. 5. 6.
Cleve N. D. I. 93. A.
Mai—Juni 97. Boje C zwischen Sphacelarien. Tiefe von 5—15 m.

Die Form war als in die Nähe von *N. fusca* gehörig erkannt worden, doch konnte sie erst mit Hülfe von Cleve's Angaben mit *N. Graeffii* identificirt werden.

32. *Navicula gemmatula* Grun. (53.)

73 : 23 resp. 25 μ.

Schale biscuitförmig. Raphe auf breitem, beiderseits des kreisförmigen Centralknotens eingeschnürtem Bande. Dies ist umgeben von einem weiteren glatten Streifen, auf dem eine Fortsetzung der Perlreihen der Schale angedeutet ist.

Ausserhalb dieses Streifens ist die ganze Schale bis zum Rande mit Rippen besetzt, die radial verlaufen, 6 auf 10 μ, zwischen je 2 Rippen verläuft eine und nur eine Reihe grosser Perlen, jede etwa ebenso breit wie eine Rippe. (Fig. 63.)

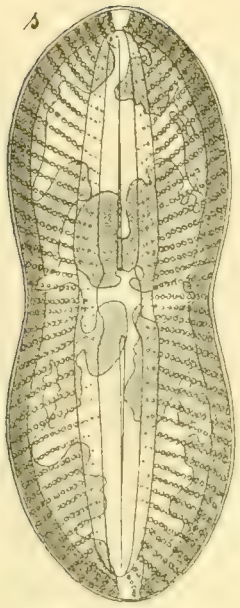


Fig. 63
Navicula cemmatula.
1000 : 1

Zwei Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an und treiben theils an den Enden, theils beiderseits des Centralknotens Auswüchse, welche z. Th. über die Linie der Raphe hinausgehen, mit Bezug auf den einzelnen Chromatophoren einer Schalenseite unsymmetrisch sind, doch in der Anordnung beider Chromatophoren auf jeder Schalenseite eine gewisse annähernde Symmetrie erkennen lassen.

D. T. 85.
A. S. Atlas XIII. 19—21
Cleve N. D. I. 103.

Mai—Juni. Boje C. Zwischen Sphacelarien oder auf Muscheln aus 5—15 m Tiefe.

33. *Navicula interrupta* Ktzg. (54.)

53 : 14 resp. 18 μ.

Schalen lang, biscuitförmig tief eingeschnürt.

Raphe zum quadratischen Centralknoten verschmälert, ihrer ganzen Länge nach von einem elliptischen völlig glatten Band umgeben.

Ausserhalb des Bandes ist die Schale von leicht radial auslaufenden Rippen und dazwischen laufenden einfachen Perlreihen besetzt, deren Richtung rechtwinkelig gegen die Raphe verläuft; 8 bis 10 Rippen resp. Perlreihen auf 10 μ. Die 3—4 mittelsten Rippen in der Einschnürung erreichen den Schalenrand nicht, der hier glatt bleibt. (Fig. 64.)

Fig. 64.
Navicula interrupta.
1000 : 1.

Zwei Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an und greifen mit je 2 grossen Flügeln auf jede Schalenseite über. Diese Flügel beginnen beiderseits des Centralknotens und stehen der Raphe parallel gerichtet nach den Schalenenden zu, diese zu etwa $^2/_3$ erreichend.

D. T. 70.
V. H. Syn. 89. IX. 7. 8.
Cleve N. D. I. 84.
Juhlin-Dannfelt 30.

Mai—August, Boje C, eine sehr charakteristische Form für die dortige Vegetation, die häufig mit Sphacelarien und Muscheln aus 5—15 m Tiefe heraufkam, jedoch bisweilen auch auf Schlick vorkommt.

34. *Navicula Musca* Greg. (55.)

45—75 : 20—27 μ resp. 21—29 μ.

Schalen biscuitförmig. Raphe breit mit annähernd quadratischem Centralknoten.

Die Raphe rings umgeben von breitem, völlig glattem Band elliptischen Umrisses. Ausserhalb dieses Bandes tragen die Schalen radial ausstrahlende Rippen, 6—8 auf 10 μ, zwischen je 2 Rippen 1 Reihe grosser Perlen. In der Einschnürungsstelle bis fast an die Stellen grösster Breite der Schalen ist eine glatte Zone den Rippen und Perlreihen am Rande vorgelagert, welche den Verlauf der Rippen unterbricht. Hierin weicht diese Form vom Typus ab. (Fig. 65.)

Zwei Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an und reichen theilweise über die Raphe hinaus. Wellige Einschnitte und Vorsprünge der auf den Schalenseiten aneinander grenzenden Chromatophoren alterniren mehr oder weniger regelmässig mit einander.

D. I. 176.
Grun. Zoolog. botan. Ges. Wien 1860. 535. III. 18. *N. constricta.*
V. H. Treat. 194. XXVI. 731.
Cleve N. D. I. 65.

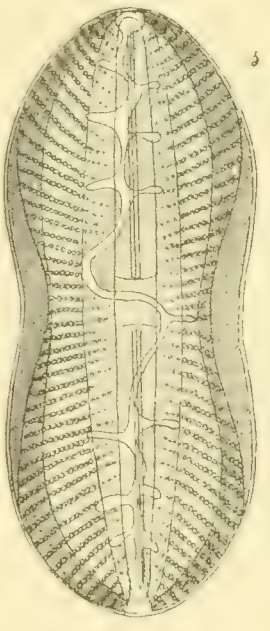


Fig. 65. *Navicula Musca.*
1000 : 1

Mai—Juni. Korügen im Küstensand. Boje C, mit Sphacelarien etc. oder auf Muscheln mit heraufgekommen aus 5—15 m Tiefe.

35. *Navicula didyma* Ehb. (56.)

44—70 : 16—22 μ in der Einschnürung, sonst 20—25 μ.

Die Gürtelseite ist rechteckig und hat an den Längsseiten eine geringe Einsenkung.

Die Schale ist biscuitförmig, die Raphe breit mit mehr oder weniger rechteckigem Centralknoten dessen Ecken gehörnt sind in der Richtung nach den Endknoten. Die Raphe ist von einer mehr oder weniger glatten Zone umgeben, deren äusserer Umriss leicht biscuitförmig oder langelliptisch sein kann, und auf welcher sich die auf dem Rest der Schale verlaufenden Rippen gleichsam angedeutet finden.

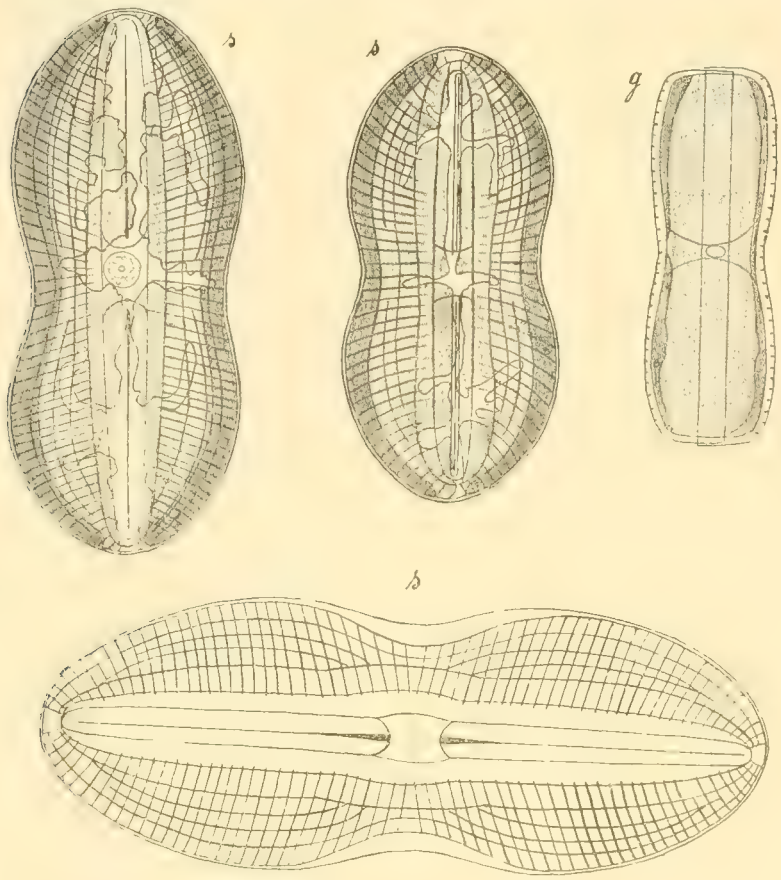


Fig. 66. *Navicula didyma*. *Navicula Bombus* (querliegend). 1000 : 1.

Starke, durchweg radial ausstrahlende, überall den Rand erreichende Rippen in der Zahl von etwa 8 auf 10 μ, werden von 3 bis mehreren (in der Mitte nur 2), dem Umfang der Schale im allgemeinen gleichsinnig verlaufenden Längslinien geschnitten und in je 3—4 oder mehr parallelogrammatische, rhombische oder unsymmetrisch-viereckige Felder zerlegt. (Fig. 66.)

Zwei Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an und bedecken beide Schalen oft bis an die Mittellinie der Raphe. Sie werden auf den Schalenseiten durch mehr oder weniger symmetrisch liegende Einschnitte in der mannigfaltigsten Weise in auf beiden Seiten einander annähernd entsprechende Abschnitte von charakteristischer, wenn auch individuell etwas abweichender Gestalt zerlegt. Der Kern liegt stets in der Mitte der Einschnürungsstelle im centralen Plasmabande.

Im August—September 1898 hatte ich Gelegenheit an reichem Material, das sich auf Schlickproben aus der Flensburger Föhrde entwickelt hatte, die Auxosporenbildung vollständig zu verfolgen. Sie folgt in allen Einzelheiten dem Typus II, wie er ja für die *Naviculae lanceolatae* charakteristisch ist. Da bisher nur einzelne unvollständige Beobachtungen für Angehörige der *Naviculae rotundae* vorhanden waren, mag hier in Fig. 67 die ganze Entwickelungsreihe wiedergegeben sein.

Die Form variirt sehr, verliert nach Cleve mit abnehmendem Salzgehalt die Einschnürung mehr und mehr, ja wird völlig elliptisch. Die zahlreichen auf kleine und kleinste Schalenunterschiede gestützten Species verdienen daher nach Feststellung soweitgehender Variabilität keine Anerkennung, falls sich nicht abweichende Gestaltung des Plasmaleibes dabei nachweisen lässt. Doch liegen darüber einstweilen noch zu wenig Beobachtungen vor.

D. T. 71.
W. Sm. I. 53. XVII. 154.
V. H. Syn. 60. IX. 5. 6.

Cleve N. D. I. 90.
Juhlin-Dannfelt 30.
März bis zum Sommer und Herbst. Boje C und sonst zwischen Sphacelarien und Polysiphonien wie auch im Küstensand von Korügen, Neumühlen, Bellevue, vor allem aber auf Schlick häufig.

36. *Navicula Bombus* Ehb. (57.)

84 : 28 resp. 30 μ.

Die Form unterscheidet sich von der vorigen dadurch, dass die Rippen in der Einschnürung den Schalenrand nicht erreichen, sondern einen glatten Randstreifen lassen. Ausserdem ist der Centralknoten und das ihn umgebende glatte Band etwas aufgeschwollen, ein für die *N. bomboides* aufgestelltes Charakteristikum. Im Uebrigen auch in Chromatophorenform mit *N. didyma* übereinstimmend. (Fig. 66, querliegend.)

D. T. 75.
V. H. Syn. 90. Suppl. Atl. 22.
Cleve N. D. I. 90.
Juhlin-Dannfelt 30.
März bis Mai. Boje C, seltener als die vorige Art.

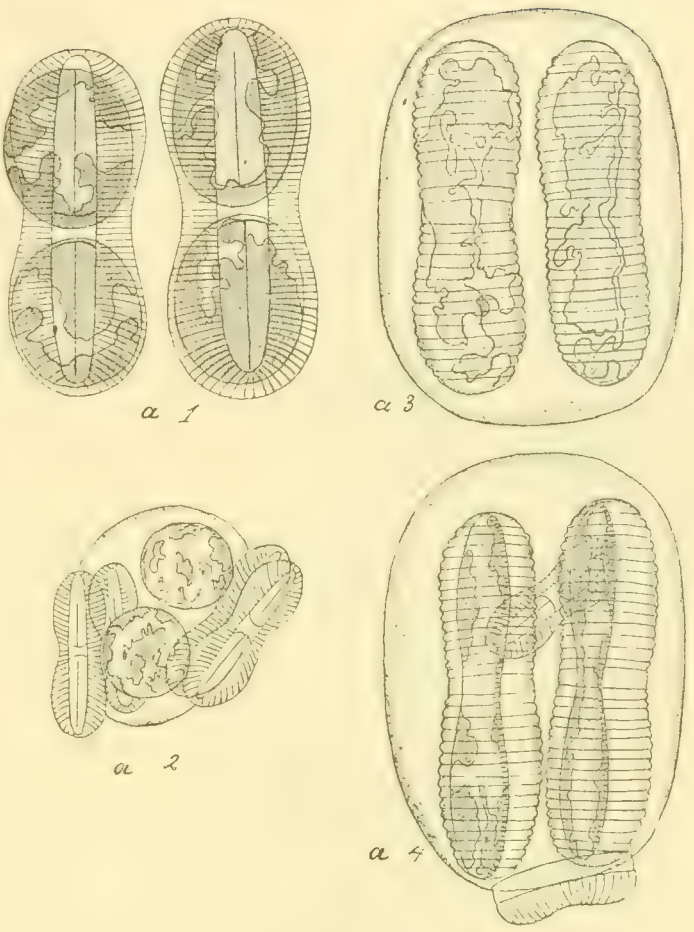


Fig. 67. Auxosporenbildung von *Navicula didyma*. 1. 1000 : 1 2. 3 4 500 : 1

Untergattung 3. *Naviculae complexae.*

Gürtelansicht mit zahlreichen Trennungslinien, von Zwischenbändern herrührend. Die Formen sind sonst sehr verschiedenartig und dürften bei späterer genauerer Kenntniss z. Th. besser anderweitig untergebracht werden können.

37. *Navicula Scopulorum* Breb. (58.)

150—250 μ : 10—15 μ.

Gürtelansicht rechteckig, lang-lineal, Ecken abgerundet; zahlreiche Trennungslinien auf den Gürtelbändern. Schalen mit lang ausgezogenem Centralknoten und runden deutlichen Endknoten Schalenenden völlig rund, 20 Striche auf 10 μ rechtwinkelig auf die Raphe gerichtet, an den Enden ein wenig convergirend, dann weiter aber rings um die Endknoten herum allseitig ausstrahlend. (Fig. 68.)

Zwei Chromatophoren an den Gürtelseiten oft wesentlich kürzer als die Schalen. Je ein grosses Pyrenoïd in der Mitte.

Auxosporenbildung nach Typus II cf. G. Karsten Diatomeen I. 291 ff.
D. T. 135
W. Sm. I. 58. XIX. 170
V. H. Syn. 99. Suppl. Atl. 28.
Cleve N. D. I. 151
März—Juli. Zunächst im Küstensand bei Korügen, dann an Pfahlen und Steinen, Möltenort, Bellevue etc. häufig.

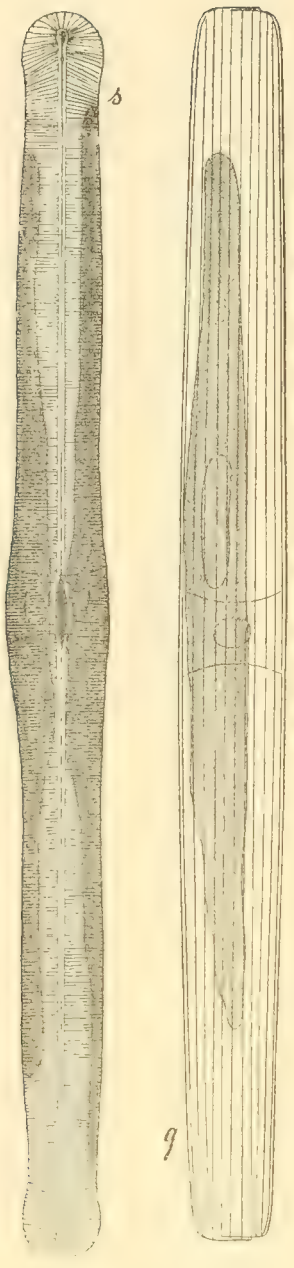


Fig. 68. *Navicula Scopulorum.* 1000 : 1. a. 490 : 1.

38. *Navicula Grevillei* Ag. (59.)

62 : 19 μ.

Gürtelansicht rechteckig, Gürtelbänder complex mit zahlreichen [etwa 13 auf 10 μ] Grenzlinien.

Schalen breit lanzettlich, Ecken stumpf abgerundet. Die Raphe geht fast bis ans Ende der stark gebogenen Schalen. Centralknoten oval, wenig verbreitert.

Striche rechtwinkelig gegen die Raphe gerichtet und bis an diese hinanreichend, 18—20 auf 10 μ, die 3—5 mittelsten weiter von einander entfernt. Nach den Schalenenden hin strahlen die Striche radial aus. (Fig. 69.)

Zwei Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an und zeigen an den Enden wie am Centralknoten mehr oder weniger tiefe Einbuchtungen. Die Schalenseiten werden bis an die Raphe von den übergreifenden Chromatophoren bedeckt.

Die Individuen leben in Gallertschläuchen zusammen.

D. T. 201.

W. Sm. II. 77. LVIII. 304.

V. H. Syn. 110. XVI. 2.

Cleve Nav. D. I. 152.

Mai — Oktober in Kulturen von Boje C und sonstigen Orten zwischen Sphacelarien und Polysiphonien aus 5—15 m Tiefe.

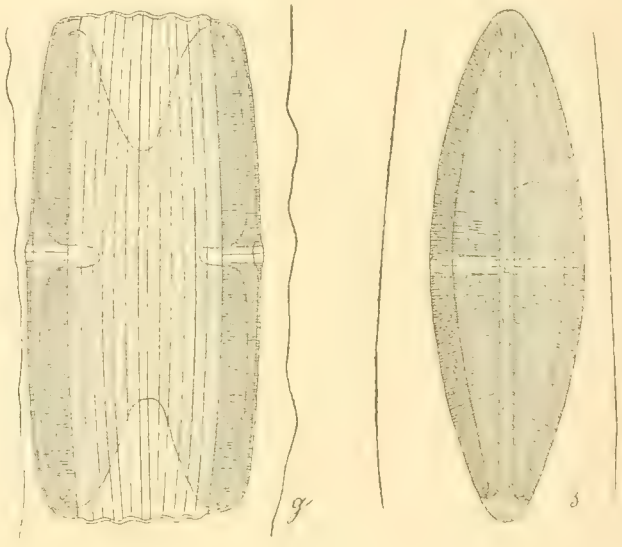


Fig. 69. *Navicula Grevillei.* 1000 : 1.

39. *Navicula complanata* Grun. (60.)

50—90 μ : 7—9 μ.

Die Gürtelseite ist rechteckig, die Ecken meist abgerundet; complex mit überaus zahlreichen Grenzlinien, deren Abstand in ein und demselben Individuum bereits wechselt. So zeigte z. B. in einem Fall die ältere Schale 7 Grenzlinien auf 10 μ, die jüngere dagegen 10, auch 12 habe ich gesehen. Die Pervalvaraxe der Zelle gewinnt meist eine viel bedeutendere Länge als in der Figur g.

Die Schalen sind lineal bis lanzettlich, an den Enden scharf zugespitzt. Wie schon Grunow und Cleve angeben, ist die Schalenansicht sehr schwer zu beobachten, da die Zelle stets schnell wieder umklappt.

Die Raphe ist gerade, mit kleinem rundlichem Centralknoten versehen, der in einem schmalen Stauros liegt, welchen ich nirgends erwähnt finde; die Abbildung von Grunow giebt nur die Gürtelseite. Im Uebrigen finden sich rechtwinkelig auf die Raphe gerichtete und sie erreichende Striche, etwa 18 auf 10 μ. (Fig. 70.)

Zwei den Gürtelseiten anliegende Chromatophoren reichen je vom Stauros fast bis ans Schalenende und sind um den Kern herum ausgelappt; so gelangen nur kurze Zipfel in der Gürtelansicht zur Deckung übereinander.

D. T. 203.
Grunow Arct. Diat. 42.
Cleve N. D. I. 153.

März—Juni in Möltenort, Korügen etc. im Küstensand. Im Sommer und Herbst auch von Boje C, ebenso auch auf Schlick, obgleich nicht häufig.

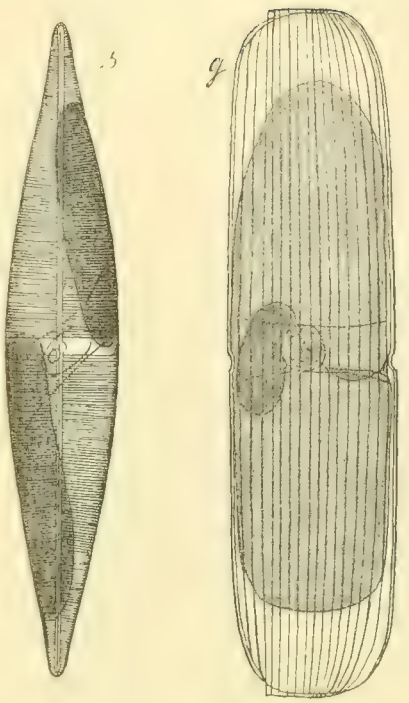


Fig. 70. *Navicula complanata.* 1000 1

40. *Navicula (Libellus) constricta* W. Sm. (61.)

20—58 : 5—8 μ.

Gürtelseiten rechtwinkelig mit abgerundeten Ecken und eingezogener Mitte; Längslinien auf den Gürtelbändern.

Schalen lanzettlich-elliptisch, schmal; Raphe gerade, Zeichnung undeutlich, nur ein schmaler Stauros vom Mittelknoten beiderseits bis zum Schalenrand verlaufend ist deutlich. Die Art ist an den Chromatophoren leicht zu erkennen, jedoch sehr variabel in Form und Grösse. (Fig. 71.)

Chromatophoren zwei, beiderseits des die Zellmitte einnehmenden Kernes. Jedes Chromatophor stellt eine an einer Gürtelseite offene, hohlcylindrische Röhre dar, an der anderen Gürtelseite befindet sich ein im Leben wenig bemerkbares Pyrenoïd. Die beiden Pyrenoïde können in einer Zelle auf derselben oder auf verschiedenen Gürtelseiten liegen. Beide Chromatophoren sind an den Zellenden wie an dem dem Kern zugekehrten Rande mehr oder weniger tief ausgerandet. Eine mittlere taillenförmige Einschnürung ist an jedem Chromatophor kenntlich.

D. T. 202.
W. Sm. I. 44. XV. 126.
A. Schmidt's Atlas XXVI. 34. 35.
Cleve N. D. I. 145.

Die Form ist im Frühjahr, Februar—April, bisweilen sehr häufig (1896) und dann überall zu finden, bisweilen fehlt sie ganz (1897).

Die Auxosporenbildung von *Navicula constricta* konnte ich im Frühjahr 1896 beobachten[1]). Es erfolgt eine Contraction der zu zweien von geringer Gallertmenge zusammengehaltenen Individuen, ohne dass eine Theilung und darauf folgende Copulation der Tochterzellen hätte beobachtet werden können. Dann werden die Schalen abgeworfen und die freien Zellen, welche je zwei gleiche Kerne führen, strecken sich vom glatten Perizonium umhüllt zu erheblicher Länge. Bisweilen zeigte

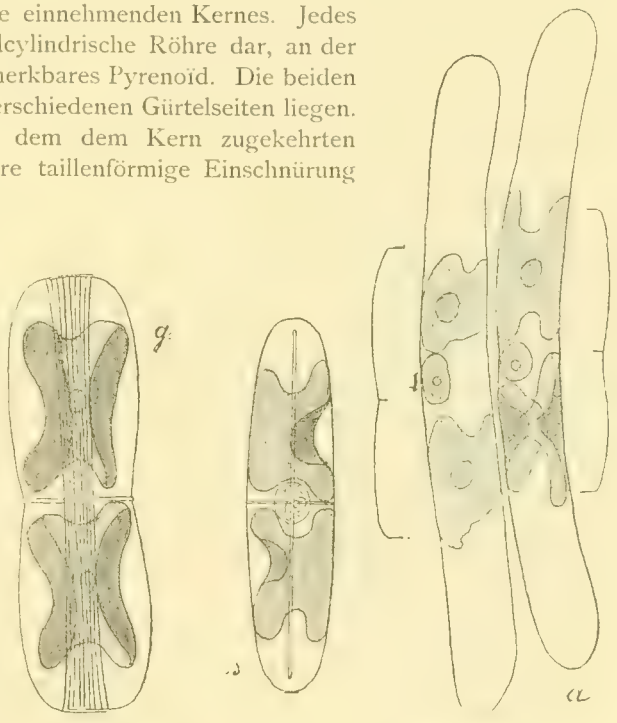


Fig. 71. *Navicula constricta.* 1000 1

[1]) G. Karsten. Diatomeen I. 294.

sich aber nur eine Mutterzelle betheiligt; dann trat Theilung des Inhaltes ein und jede Tochterzelle bildete sich zur Auxospore aus.

Die erstere Form würde genau dem Vorgange, wie er sich nach Beobachtungen von Pfitzer[1]) bei *Frustulia saxonica* abspielt, entsprechen, wenn nicht etwa die Copulation dort schon vor Beginn der Beobachtung erfolgt war, wie es sich für zahlreiche andere Angaben inzwischen hat nachweisen lassen.

41. *Navicula aucklandica* Grun. ? (62.)

33 μ.

Gürtelseite complex, fast quadratisch, in der Mitte etwas eingezogen.

Schalen nicht gesehen, da die Individuen fest verbunden waren und sich nicht aus der Lage bringen liessen.

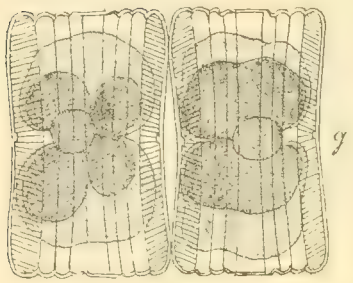


Fig. 72. *Navicula aucklandica.* 1000 : 1.

Schalenzeichnung besteht in feingeperlten Strichen, die durchweg schwach radial verlaufen, in der Mitte 10 auf 10 μ, an den Enden enger, etwa 15 auf 10 μ. (Fig. 72.)

Somit sind die Schalenzeichnung und das Gürtelband ziemlich mit der von Cleve gegebenen Beschreibung in Uebereinstimmung, doch wäre Gewissheit der richtigen Identificirung erst durch Vergleich der Schale zu erlangen.

Chromatophoren zwei, den Gürtelseiten anliegende, in der Mitte tief eingeschnittene Platten, die durch ein medianes Pyrenoïd zusammengehalten werden.

D. T. 60.

Grun. IV. 1863. 151. XIV 14.

Cleve N. D. I. 156. V. 15.

Die Form fand sich auf Schlick von Boje D aus 18 m Tiefe. Mai 1898.

Untergattung 4. *Pseudo Navicula.*

Die Chromatophoren liegen in Gestalt zweier vielfach eingeschnittener Platten dauernd den Schalen an und verbleiben hier auch während der Theilung. Umrissform oval-elliptisch. Im Schalenbau zeigen diese Formen grosse Annäherung an die *Naviculae rotundae*, denen sie vielleicht besser, unter Umstellung von Untergattung 3 und 4, direkt anzureihen wären.

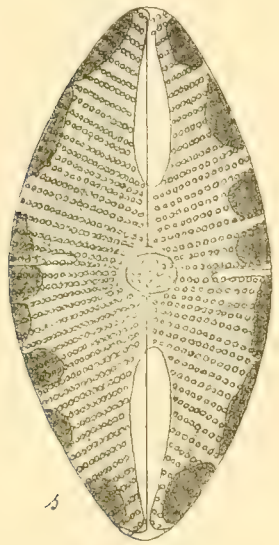


Fig. 73. *Navicula punctulata.* 1000 : 1.

42. *Navicula punctulata* W. Sm. = (*marina* Ralfs). (63.)

66—90 : 32—36 μ.

Schalen elliptisch. Raphe gerade, von einem schmalen glatten Streifen begleitet, der am Mittelknoten zu einem ovalen glatten Fleck sich verbreitert und beiderseits zwischen Mittel- und Endknoten ebenfalls eine Verbreiterung erfährt. Die Schale ist im übrigen mit 9—10 Reihen grosser Perlen auf je 10 μ bedeckt, welche in der Mitte rechtwinkelig gegen die Raphe gerichtet sind, nach den Schalenenden hin jedoch radial ausstrahlen. (Fig. 73.)

Zwei Chromatophoren liegen den Schalenseiten an; sie sind kreuzweise mit schmalen Einschnitten vom Rande her versehen, die den Centralknoten jedoch nicht erreichen. Kleine Auszackungen des Randes greifen auf die Gürtelseiten über.

D. T. 128.

W. Sm. I. 52. XVI. 151.

V. H. Syn. 98. XI. 16.

Cleve N. D. II. 47.

Juhlin-Dannfelt 29. *N. marina* Ralfs.

Im August und September auf Sandboden bei Neumühlen; scheint sich in Kultur nicht zu halten. Mai—Juni 1898 Boje B. Schlick.

[1]) Pfitzer. Bau und Entwickelung etc. l. c. 69.

43. *Navicula abrupta* Greg. (64.)

64—80 : 28—37 μ.

Gürtelansicht rechteckig, Ecken abgerundet, in der Mitte wenig eingezogen.

Schalen elliptisch. Raphe gerade von annähernd überall gleich breitem, glattem Bande begleitet.

Schale mit weitstehenden geperlten Strichen gezeichnet, 9—10 auf 10 μ. Die Striche sind nach den Enden zu ein wenig radial gerichtet und sehr unbedeutend gegen eine den Mittelknoten rechtwinkelig zur Raphe durchschneidende Linie convex gekrümmt. Eine lyraförmige glatte Zeichnung schneidet in dieses Streifensystem so ein, dass die verbindende Mittellinie der Lyra rechtwinkelig gegen die Raphe durch den Centralknoten geht. Die Lyraarme reichen, ein wenig gegeneinander convergirend, etwa bis zur halben Entfernung vom Centralknoten zum Zellende gerechnet; dort brechen sie plötzlich ab. (Fig. 74.)

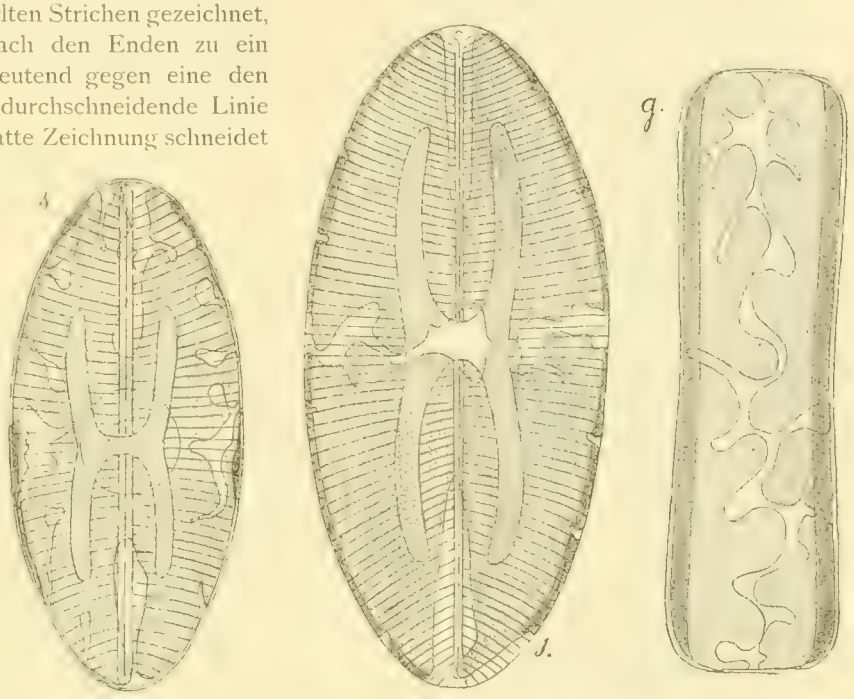


Fig. 74. *Navicula abrupta.* 1000 : 1.

Zwei Chromatophoren liegen den Schalenseiten an, ihre auf die Gürtelseite umgeschlagenen Ränder sind reichlich gelappt. Die Chromatophoren sind mannigfaltig zerschlitzt, besonders zwei von den Zellenden tief einschneidende Risse treten hervor; sie dürften bei der Zelltheilung die Theilung des Chromatophor's befördern.

D. T. 96

V. H. Syn. 94. X. 4.

Cleve N. D. II. 61

Mai—Juni 1897. Boje C zwischen Sphaeclarien. Tiefe etwa 5—15 m. Juni—August 1898 reichlich auf Schlick aus der Kieler und Eckernförder Bucht aus 10—25 m Tiefe.

44. *Navicula forcipata* Grev. var.? (65.)

78 : 42 μ und 56 : 29 μ.

Schale breit elliptisch mit runden Enden.

Raphe median, Endknoten gleichsinnig umgebogen, Mittelknoten unbestimmt. Schalenzeichnung von zarten Perlreihen gebildet, welche rechtwinkelig zur Raphe verlaufend, an den Zellenden radial ausstrahlen, 12—15 auf 10 μ. Beiderseits der Raphe ein glatter, ungezeichneter Streifen, der die Zeichnung mit einer insgesammt lyraähnlichen Figur unterbricht. Die Enden der Lyra sind einander genähert, ebenso findet sich in der Mitte eine Einschnürung der Figur. (Fig. 75.)

Zwei Chromatophoren liegen den Schalenseiten an. Sie sind von beiden Zellenden her wie an der Stelle der grössten Zellbreite durch weite Buchten tief eingeschnitten, der zwischenliegende Rand unregelmässig ausgezähnt.

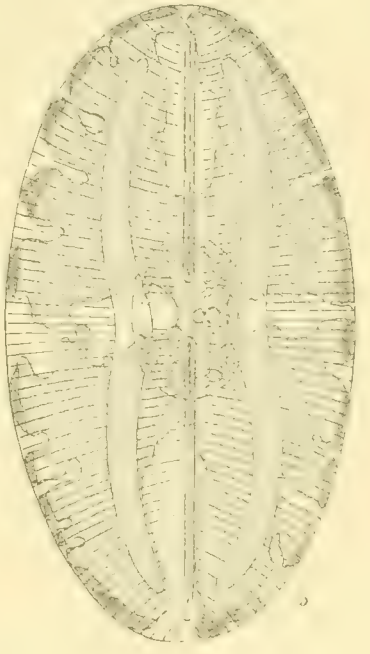


Fig. 75. *Navicula forcipata.* 1000 : 1

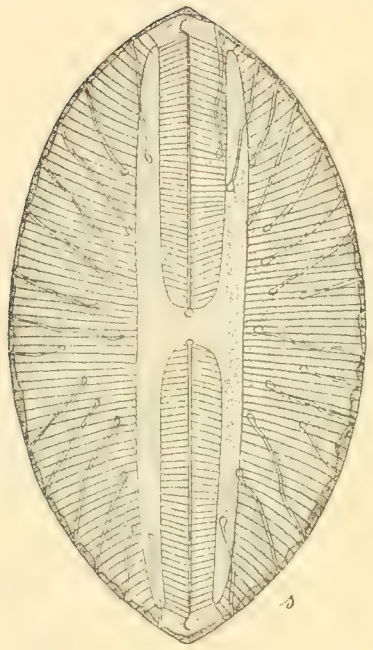


Fig. 76. *Navicula H.* n. sp.

Die Form ist durch Chromatophoren wie durch Schalenzeichnung deutlich von *N. Lyra* unterschieden, stimmt jedoch genau zu keiner der bei Cleve aufgeführten Formen von *N. forcipata.*

D. T. 97.

V. H. Syn 94. X 3.

Cleve N. D. II. 65.

Die Form fand sich in einer Kultur, die aus von Boje C mitgebrachten *Sphacelaria*-Rasen, *Polysiphonia byssoides* etc. im Mai 1898 angesetzt war. Ganz ähnliche Formen auf Schlick vorkommend.

45. *Navicula H.* n. sp. (66.)

78 : 46 μ.

Schale elliptisch bis kreisförmig, an den Enden ein wenig keilförmig zugespitzt. Raphe gerade. Centralknoten von breitem glattem Feld umgeben, das genau parallel der Raphe beiderseits fast bis an den Schalenrand reicht und die Figur eines H bildet. Ausserhalb dieser Figur zeigt die Schale feingeperlte Striche: in der Mitte rechtwinkelig zur Raphe, an den Enden radial verlaufend, 10—11 auf 10 μ. Die vom H eingeschlossenen Felder zeigen eine in der Richtung abweichende Strichelung, in der Mitte leicht radial ausstrahlend, an den Enden dagegen convergirend. (Fig. 76.)

Zwei Chromatophoren bedecken die Schalen völlig und greifen mehr oder weniger auf die Gürtelseiten über. Sie sind vom Rande her mit sehr feinen, meist abwechselnd mehr und weniger tiefen Einschnitten versehen.

Die Form gleicht am meisten der *N. H. album* Cleve N. D. II. 55.

Auf Schlick von der Eckernförder Bucht, Südrand, 18 m tief. Mai bis Juni 1898.

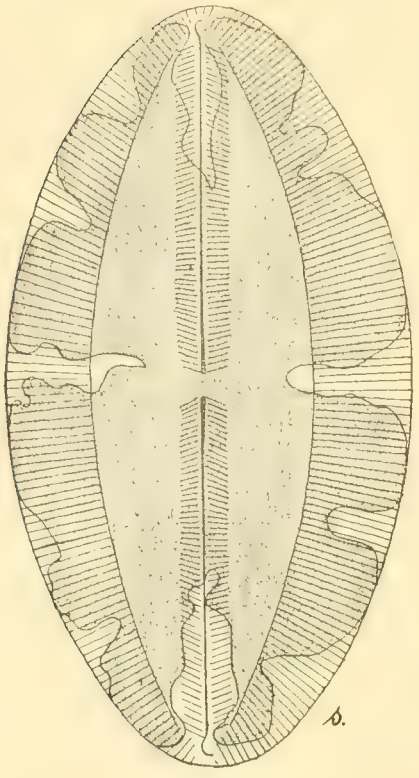


Fig. 77. *Navicula Hennedyi.* W. Sm. 1000 : 1.

46. *Navicula Hennedyi* W. Sm. (67.)

92 : 51 μ.

Schale elliptisch oval. Raphe median und gerade. Mittelknoten breit, Endknoten nach derselben Seite umgebogen. Schalenzeichnung besteht aus grossen überall gegen den Schalenumriss rechtwinkelig gestellten Perlstrichen, 9 auf 10 μ. Diese bilden einen breiten Randstreifen und werden von einem elliptisch-lanzettlichen glatten Innenraum begrenzt, der nur beiderseits der Raphe kurze, vom End- zum Mittelknoten gegen einander convergirende Striche, 10 auf 10 μ, führt. (Fig. 77.)

Zwei Chromatophoren liegen den Schalenseiten an. Sie sind an den Zellenden und in der Mitte beiderseits tief eingeschnitten, sonst mit mehr oder weniger zahlreichen flacheren Ausschnitten versehen.

Pyrenoïde fehlen, die in der Zeichnung Cleve's angegebenen sind wohl nur Oeltropfen oder dergl.

D. T. 103.

W. Sm. II. 93.

V. H. Treat. 204. IV. 160.

Cleve N. D. II. 57.

Die Form fand sich auf Schlick aus der Eckernförder Bucht, Südseite, 17 m. Juli 1898.

47. *Navicula Lyra* Ehr. (68.)

80 : 30 μ.

Schalen breit oval. Raphe an beiden Endknoten nach derselben Seite umgebogen, sonst gerade. Zwischen Mittel- und Endknoten begleiten beiderseits glatte Streifen von elliptisch-lanzettlichem Umriss die Raphe. Schalenzeichnung besteht aus deutlich geperlten Strichen, welche mehr oder weniger rechtwinkelig zur Raphe gerichtet nach den Enden hin etwas radial verlaufen, 8—9 auf 10 μ. In dieses System von Perlstrichen schneidet eine glatte Figur vom Gesammtumriss einer Lyra ein. (Fig. 78 s.)

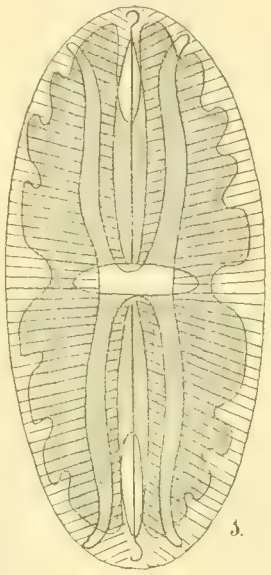
Die Chromatophoren[1]) bilden nach Cleve zwei den Schalen anliegende Platten mit regelmässig seicht eingebuchtetem Rande; in der Mittellinie verläuft dem kürzeren Schalendurchmesser folgend ein schmaler Schlitz, der die Ränder nicht erreicht.

Ein todtes Exemplar in einer Kultur vom November 1897 von Boje C gefunden. Februar 1898.

D. T. 05
V. H. Syn. 03. X. 1. 2.
Greg. D. of Clyde IX. 13. 14.
Cleve N. D. H. 03.

128 : 56 μ. (Fig. 78 s. 1.)

Wohl ebenfalls *N. Lyra*. 6 Perlreihen auf 10 μ, an den Schalenenden etwas mehr.



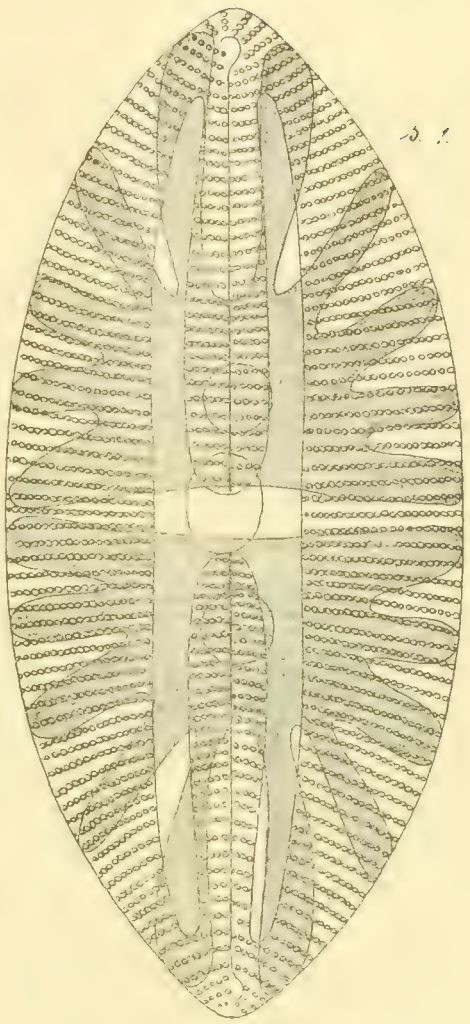


Fig. 78. *Navicula Lyra*. 1000 : 1.

Dann wären aber die Chromatophorenangaben Cleve's in wesentlicher Weise zu verändern, es wären nicht zwei sondern vier den Schalen anliegende Chromatophoren vorhanden, die in der Schalenmitte zusammenstossen. Die beiden übereinander liegenden Chromatophoren werden durch ein dem Kern naheliegendes Pyrenoïd zusammengehalten. So würden freilich die von mir in Fig. s. nicht wiedergegebenen, von Cleve den Chromatophoren zugeschriebenen kreisförmigen Gebilde hier wirklichen Pyrenoïden entsprechen.

Eckernförder Bucht Mittelgrund und auf Schlick aus 18 m Tiefe. Mai—Juni 1898.

Navicula Lyra ist eine typische Schlickform in Grösse und Schalenzeichnung ganz ausserordentlich veränderlich, doch kaum mit einer andern Form zu verwechseln.

Untergattung 5. *Trachyneis* Cleve.

Zellen naviculaartig; jedoch die Schalenhälften beiderseits der Raphe mehr oder weniger unsymmetrisch zu einander. Raphe mehr oder weniger stark gekrümmt, Endknoten der Schalen nach derselben Seite[2]) umgebogen.

Schalenzeichnung durch zwei in verschiedenen Ebenen übereinander liegende Strukturen bedingt und daher je nach der Einstellung wechselnd.

[1]) Chromatophor-Zeichnung nach Cleve's Abbildung l. c. p. 52.

[2]) Die entgegengesetzte Angabe bei Schütt im Engler-Prantl 129 unter *Dictyoneis* ist für *Trachyneis* nicht zutreffend.

BIBLIOTECA BIOLOGICA

48. *Navicula aspera* Ehr. (69.)

78—160 : 22—30 μ.

Gürtelseite mehr oder weniger rechteckig, die Gürtelbänder springen etwas über den Schalenrand vor; die langen Seiten gegen die Mitte eingebogen, Centralknoten wieder ein wenig vorgewölbt.

Schalen elliptisch mit stumpfen oder runden Enden. Raphe gebogen, Endknoten und Mittelknoten nach einer Schalenseite verschoben. Striche strahlen durchweg radial aus, am Centralknoten bleibt ein breiter glatter Stauros, der vom Mittelknoten nach dem Schalenrand zu, welchen er nicht erreicht, an Breite zunimmt.

Genauere Schalenzeichnung bei verschiedener Einstellung zeigt weit entferntstehende, in den benachbarten Reihen alternirende, grosse Perlen, die in gleicher Höhe liegenden quer über die dazwischen befindliche glatte Reihe hinweg durch eine gerade Linie verbunden. Genaueres vergl. bei Cleve l. c. (Fig. 79.)

Zwei Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an und ragen mit ihrem unregelmässig ausgeschnittenen Rand auf die Schalenseite hinüber. Bei der Zelltheilung beginnt die Chromatophortheilung von innen heraus, nicht vom Rande aus, die Chromatophoren rücken dabei auf die Schalenseiten hinüber.

D. T. 109.

V. H. Syn. 94. X. 13 und Suppl. Atl. 27.

Cleve N. D. I. 191.

Bei Boje C in 5—15 m Tiefe zwischen Sphacelarien und Florideen und ebenso auf Schlick häufig, das ganze Jahr hindurch.

49. *Navicula velata* A. S. var.? (70.)

116 : 24 μ.

Gürtelansicht breit rechteckig, Ecken abgerundet, in der Mitte nicht eingeschnürt.

Schalen gleichmässig lineal, gegen die stumpf abgerundeten Enden hin etwas verschmälert.

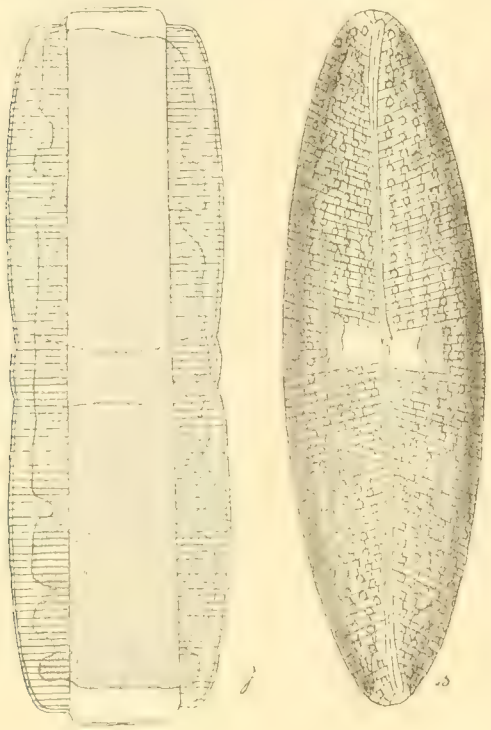


Fig. 79. *Navicula aspera.* 1000 : 1.

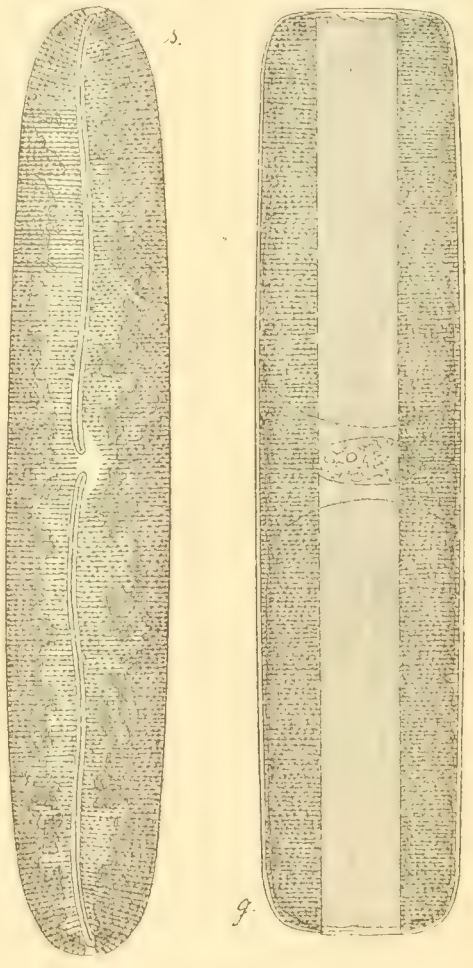


Fig. 80. *Navicula velata.* 1000 : 1.

Raphe geschwungen, End- und Mittelknoten nach derselben Seite hin verschoben. Zeichnung der Schale besteht in feinen Linien etwa rechtwinkelig zur Raphe verlaufend nur an den Zellenden ein wenig radial ausstrahlend, 15—16 auf 10 μ. Dieses Liniensystem wird von der Raphe mehr oder weniger parallel laufenden Linien geschnitten, die dichter stehen. Es entsteht dadurch ein dichtes, aber unregelmässiges und schwer erkennbares System von Punkten, das sehr viel feiner und matter ist als bei *N. aspera*. Am Mittelknoten bleibt ein rundlicher Raum von jeder Zeichnung frei, bei den mir vorliegenden Exemplaren war er auf den beiden Seiten der Raphe verschieden gross. (Fig. 80.)

Zwei Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an. Sie greifen mit den sehr viel mannigfaltiger und feiner als bei *N. aspera* zerschlitzten Rändern fast bis an die Raphe auf die Schalenseiten über.

D. T. 135.

Cleve N. D. I. 194.

A. S. Atlas XLVIII. 33. 34. Cleve zieht die unbenannten Fig. 35—37 hierher; mir scheint besonders Fig. 39 (derselben Tafel) zugehörig zu sein, als *N. Clepsydra* var. bezeichnet. Von allen diesen aber unterscheidet sich unsere Form durch die mehr an *N. Liber* erinnernden Umrissformen der Schale.

Die Form fand sich auf einer Schlickprobe aus 16 m Tiefe vor Laboe (Linie Pavillon — Boje D) und trat später in vielen Schlickkulturen aus der Eckernförder Bucht etc. auf.

Bei Juhlin-Dannfelt sind ausserdem folgende Formen als Bewohner der Ostsee aufgeführt:

Navicula gentilis Donk., Süsswasserform.
N. major Ktzg., „
N. viridis Ktzg., „
und var. *commutata* Grun., „
N. Brebissonii Ktzg., „
N. mesolepta Ehb. „
und var. var. „
N. borealis Ktzg. „
N. appendiculata Ktzg., Brackwasserform.
N. Pinnularia var. *baltica*, Meeresform.
N. subcapitata (Greg.), Süsswasserform.
N. cruciformis Donk., Küstenform.
N. bottnica Grun., Ostseeform.
N. menisculus Schumann, nicht auffindbar.
N. oblonga Ktzg., Süsswasserform.
N. radiosa Ktzg., „
N. gracilis Grun., nicht auffindbar.
N scutelloides Sm., Süsswasserform.
N. cincta Ehb. } meist im
N. „ var. *Heufleri* Grun. } Süsswasser
N. „ var. *leptocephala* Breb. } vorkommend
N. cryptocephala Ktzg., Süsswasserform.
N. Thurholmensis n. sp.
N. arenaria Donk., Küstenform?
N. divergens Sm., Süsswasserform.
N. limosa Ktzg., Süsswasserform.
N. ventricosa Donk., Süsswasserform.
N. subdivisa Grun., Ostseeform.
N. palpebralis Breb., Meeresform.
N. elegans Sm., Küstenform.
N. amphisbaena Bory., Süsswasserform.
N. „ var. *subsalina* Donk., Süsswasserform?
N. amphisbaena var. *Fenzlii* Grun., Süsswasserform.
N. Holmiensis Cl., scheint auf Schweden beschränkt.
N. ovulum Grun., Küstenform.
N. crucifera Grun., Ostseeform.
N. distans Sm., Meeresform.
N. cluthensis Greg., Küstenform.
N. pusilla W. Sm., Salzwasserform.
N. punctata Donk. ?
N. sphaerophora Ktzg., Süsswasserform.
N. sculpta E., in fast süssem Wasser.
N. bohemica E., Süsswasserform.
N. cuspidata Ktzg., Süsswasserform.
N. Apis Donk., Meeres- und Küstenform.
N. Crabro Ktzg., Meeresform.
N. hyalina Donk., Küstenform.
N. Pupula Grun., Süsswasserform.
N. „ var. *bacillarioides* Grun., Süsswasserform.
N. fusiformis Grun. var. *Ostearia?*

Ferner:

Colletonema subcohaerens Sm., Süsswasserform.
? Schizonema parvum Menegh. } Meeresform.
Sch. Smithii C. Ag. }
Stauroneis Phoenicocentron Ehb., Süsswasserform.
St. Gregorii Ralfs, Salzwasserform.
St, auceps Ehb., Süsswasserform.
St. salina Sm. } Meeresform.
St. „ var. *latior* n. var. }
St. amphoroides Grun., Meeresform.
St. hyalina n. sp.
St. platystoma Ehb., Süsswasserform.
St. Legumen E. *f. minuta*, Süsswasserform.

In Summa 62 Formen, die Varietäten mitgezählt.

Davon 31 Süsswasserformen. 19 Meeres-, Küsten- oder Salzwasserformen.

Die übrigen 12 theils neu beschrieben, theils nach De Toni Sylloge nicht sicher nachzuweisen.

Genus 12. *Pleurosigma* W. Sm.

Die Gattung *Pleurosigma* ist charakterisirt durch die S-form der Schalen, die gerade, lineale-lanzettliche Gestalt der Gürtelseiten und den in einfacher gebauten Formen klar am Tage liegenden *Navicula*-ähnlichen Aufbau des Plasmakörpers. Es sind also zwei den Gürtelseiten anliegende Chromatophoren und ein den centralen Zellkern enthaltendes Plasmaband in der Zellmitte vorhanden. Die Mannigfaltigkeit der Chromatophorenform und Anordnung ist hier sehr gross, doch lassen sich bestimmte Typen unterscheiden. Es wird daher eine Untereintheilung der Gattung nach dem Bau ihres Plasmakörpers in diesem Falle durchführbar sein.

Die von Cleve N. D. I 32 und ibidem 112 gegebene Bearbeitung, welche nach der Schalenstruktur die Formen mit decussirter Zeichnung als *Pleurosigma*, die mit rechtwinkliger Längs- und Querstreifung als *Gyrosigma* zusammenfasst, ist allzu künstlich. Dies tritt besonders auch darin hervor, dass die Form der Gürtelseiten, welche doch gewisslich ein wichtigeres Merkmal bietet als die Schalenzeichnung, völlig vernachlässigt wird, so dass die Gattungen *Rhoicosigma* und *Donkinia* je nach ihrer Schalenzeichnung auf Cleve's Genera *Pleurosigma* und *Gyrosigma* vertheilt werden müssen. Zu bemerken ist noch, dass die Raphe aller *Pleurosigmen* auf einem kielähnlichen Gebilde verläuft. Es ist die Schale nämlich wie ein Dach gebaut, dessen First von der Raphe eingenommen wird. Die auf der Schalenseite liegenden Individuen lassen das sehr deutlich daran erkennen, dass stets die eine Schalenseite gegenüber der anderen gesenkt ist und schmäler erscheint. Bewiesen ist es unter anderem auch durch die von Floegel gelieferten Querschnittsbilder von Pleurosigmazellen [1]). Erwähnt finde ich den Umstand dagegen nirgends.

Die Gattung *Pleurosigma* in meiner Fassung stimmt also völlig mit derjenigen von W. Sm., Pfitzer u. A. überein.

In den einfachsten Fällen haben wir Formen vor uns mit zwei ganzrandigen, höchstens am Rande gewellten oder ausgerandeten Chromatophoren, welche von den Gürtelseiten aus weit, wenig oder garnicht auf die Schalen übergreifen. Pyrenoïde scheinen hier stets zu fehlen. Die Theilung der Chromatophoren findet, wie schon Pfitzer Bau und Entwickelung l. c. 58 beobachtet hatte, oft lange vor der Zelltheilung statt, und zwar durch eine Durchschnürung der Platte in der Mitte. So sehen wir in diesem einfachsten Falle, zu dem von den Ostseeformen: *Pl. litorale* W. Sm., *Pl. intermedium* W. Sm., *Pl. Fasciola* W. Sm., *Pl. Spenceri* W. Sm. und *Pl. tenuissimum* W. Sm. gehören, ebenso oft vier wie nur zwei Chromatophoren. Diese Formen mögen als *Pleurosigmata naviculoïdea* bezeichnet sein.

Der 2. Fall schliesst hier direkt an. Stellt man sich nämlich vor, dass die vier Chromatophoren ihr nach der Zelltheilung nothwendiges Wachsthum schon vorher beginnen lassen und, da nach den Zellenden hin kein Raum bleibt, in der Zellmitte sich aneinander vorbeischieben, so erhalten wir das bei *Pl. Nubecula* W. Sm., *Pl. delicatulum* W. Sm. und *Pl. marinum* Donk. zu beobachtende Verhalten. Es sind hier stets vier Chromatophoren vorhanden, von denen je zwei auf jeder Gürtelseite liegen. Diese vier sind schmäler als die Platten der 1. Reihe, mehr bandförmig. Sie finden daher in der Mitte der Gürtelseiten bequem neben einander Platz und biegen da, wo die Verschmälerung der Gürtelseite gegen das Zellende hin diese Lagerung verbietet, auf die Schalen aus. Oft sieht man sie aber auch ihrer ganzen Länge nach auf die Schalen hinübergeschoben, dann ist es schwierig die Vierzahl der Chromatophoren festzustellen. Die Ränder sind meist glatt oder wellig, doch sah ich auch unzweifelhafte *Pl. Nubecula*-Individuen mit eingeschnittenen und eckig gebogenen Bandchromatophoren, die einen Uebergang zu *Pl. angulatum* bilden würden.

Die Vertreter dieser 2. Reihe mögen nach der Hauptform als *Pleurosigmata Nubecula* benannt sein.

Die 3. Formengruppe der Gattung, die der *Pleurosigmata angulata* besitzt die von Otto Müller [2]) zuerst richtig erkannten [3]), lang bandförmigen zwei Chromatophoren, zu der die 2. Reihe einen Uebergang darstellt. Diese langen Bänder führen zahlreiche ovale Pyrenoïde. Sie sind entweder sehr regelmässig in Schleifen geordnet, wie bei *Pl. angulatum* W. Sm., welches, von den Zellenden abgesehen, drei grosse Schleifen jedes Chromatophors zeigt, von denen die beiden mittleren auf die eine, die vier übrigen auf die andere Schalenseite entfallen. Oder aber die langen Bänder zeigen auf den Gürtelseiten zahlreiche Windungen, ohne dass eine derartig ausgesprochene Symmetrie kenntlich ist: *Pl. longum* Cl., *Pl. elongatum* W. Sm. Endlich bei *Pl. strigosum* W. Sm.

[1]) cf. Floegel. I. l. c.

[2]) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1883. 478.

[3]) O. Müller berichtigt hier die Angaben von M. Schultze, der wohl zuerst die Chromatophoren von *Pleurosigma angulatum* beobachtet hatte.

sind die Windungen so dicht gelagert, auf Schalen- wie auf Gürtelseiten, dass die Bandform kaum kenntlich wird. In allen Fällen sind die Ränder der Bandchromatophoren wellig, doch bilden sich oft weite Auszweigungen in der Art, dass an den Biegungsstellen der Schleifen die alte Richtung von einem quasi todten Arm noch weiter verfolgt wird. Stets ist die von der Raphe auf der Schale gezeichnete Linie die strenge Scheide zwischen den Auszweigungen der beiden Chromatophoren: Jedes reicht beiderseits bis an die Raphe, doch nicht darüber.

Die 4. Formengruppe lässt sich ebenfalls von der Reihe 1 aus entwickeln. Die vier, zu zweien je einer Gürtelseite anliegenden Chromatophoren greifen beiderseits bis an die streng scheidende Raphe auf die Schalen hinüber. Vom Rande her sind schmale Einschnitte tief in die Chromatophorenplatten getrieben, so dass nur die an den Gürtelseiten selbst liegenden Platten, obgleich auch tief eingeschnitten, im organischen Zusammenhange bleiben; die auf die Schalenseiten übergreifenden Theile sind in kleinere symmetrisch gelagerte Theil-Chromatophoren zerlegt. Pyrenoïde fehlen. Hierher würden zwei neue Formen *Pl. neglectum* und *Pl. staurolineatum*, sowie *Pl. rigidum* W. Sm. und *Pl giganteum* Grun. gehören Als Zwischenstufe sind die im Gebiet nicht beobachteten *Pl. balticum* Ehr. und *Pl. Hippocampos* W. Sm. nach den Angaben von O. Müller zu betrachten.

Pleurosigma giganteum Grun. ist mit zahlreichen kleinen ovalen Chromatophoren versehen und nimmt daher eine Sonderstellung in der Reihe dieser *Pleurosigmata coccochromatica* ein. Die Ableitung von den übrigen Vertretern der Reihe würde nahe liegen, wenn nicht jedes Chromatophor ein Pyrenoïd besässe. Von Interesse ist es zu sehen, dass hier die coccochromatische Form keinenfalls die primäre sein kann, sondern das Endziel einer langen Entwickelungsreihe darstellt.

Diese vier Unterabtheilungen scheinen mir natürliche Glieder in der Entwickelungsfolge der Gattung zu sein. Vielleicht werden weitere Untersuchungen sie noch vermehren müssen, jedenfalls ist die Eintheilung ungezwungener als die frühere.

Wie im Aufbau des Plasmaleibes so stimmen die *Pleurosigmen* auch in ihrer Entwickelungsgeschichte mit den Angehörigen der Gattung *Navicula* auf das genaueste überein. Bisher war freilich keine Form der Gattung in Auxosporenbildung betroffen worden. Doch gelang es mir im Juli 1898 in einer Schlickkultur aus der Eckernförder Bucht *Pleurosigma Nubecula* bei dem Vorgange zu beobachten. Fig. 81a stellt zwei fast fertig entwickelte Auxosporen dar, in deren einer das neue Pleurosigma-Individuum bereits völlig zu erkennen ist.

Im August konnte ich dann in Kulturen auf Schlick aus verschiedenen Theilen der Flensburger Föhrde, die an *Pleurosigma Nubecula* ausserordentlich reich waren, die ganze Entwickelung lückenlos verfolgen. (Fig. 81. 1—3.)

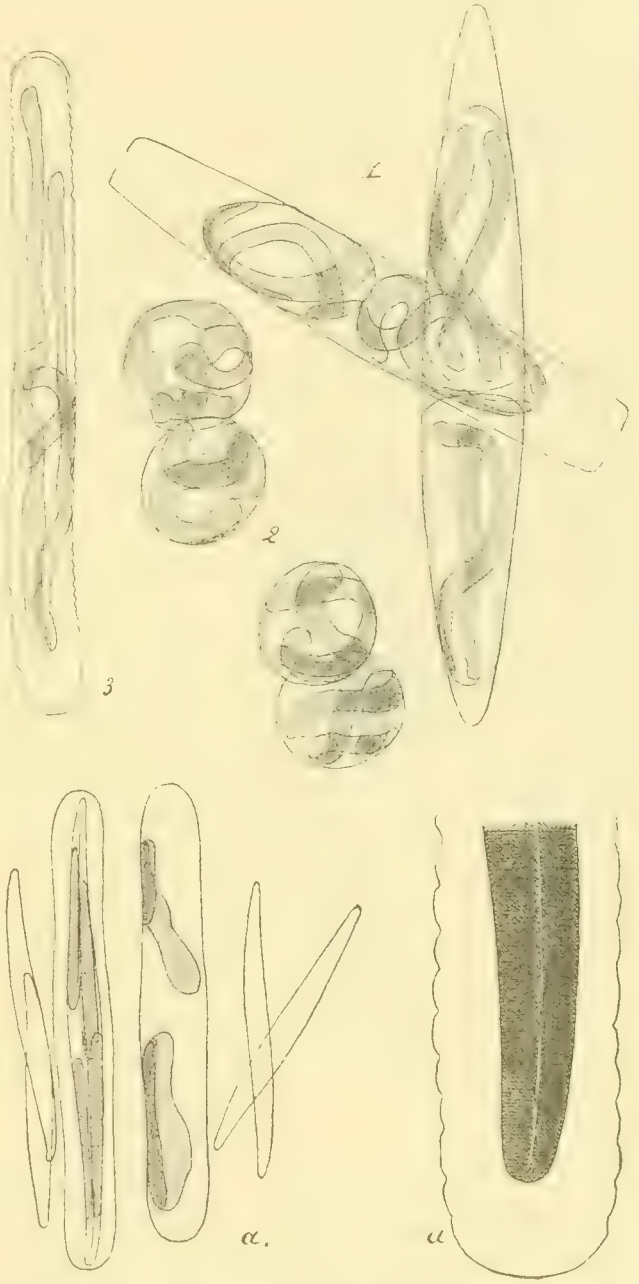


Fig. 81. Auxosporenbildung von *Pleurosigma Nubecula*.
1 und 2 = 470 : 1. 3 = 320 : 1. a = 250 resp. 1000 : 1.

Zwei zur Auxosporenbildung schreitende, neben einander oder auch kreuzweise gelagerte Individuen sind stets an der Umlagerung ihrer vier Chromatophoren zu erkennen; diese ziehen sich paarweise in die Zellenden zurück, und gleich darauf tritt die Theilung des Zellinhaltes in zwei in der Zellmitte sich noch berührende aber gegen einander deutlich abgerundete Tochterzellen ein. Die Schalen werden mehr und mehr auseinander gedrängt und die Abrundung lässt sich in wenigen Minuten bis zur vollen Kugelgestalt verfolgen. Dabei rollen sich die in jeder Tochterzelle in Zweizahl enthaltenen Chromatophoren an der Kugelperipherie immer mehr ein. Sobald die vier Zellen frei nebeneinander liegen, die einer Mutterzelle entstammenden oft noch an einer Seite aneinander haftend, muss die wechselseitige Verschmelzung erfolgen, worauf jede Auxospore ihr Wachsthum beginnt und schnell vollendet. Ist aber ein Hinderniss für die Verschmelzung vorhanden, wie ich es einmal beobachtete, so gehen die nackten Tochterzellen nach kurzer Zeit im Wasser zerfliessend zu Grunde.

Das Perizonium ist regelmässig gewellt. Das Fehlen jeglicher Gallertbildung lässt die Schalen der Mutterzellen leicht fortspülen, wodurch ein Auffinden der Auxosporen erheblich erschwert wird. Da die *Pleurosigmen* typische Schlickdiatomeen sind, wird sich die Auxosporenbildung regelmässig auf Schlick abspielen und ist aus diesem Grunde wohl bisher übersehen.

Untergattung 1. *Pleurosigmata naviculoïdea.*

Zwei einfache plattenförmige Chromatophoren an den Gürtelseiten, mehr oder weniger lange vor der Theilung in viere zerfallend.

Schalenstruktur meist zwei einander rechtwinkelig schneidende Liniensysteme.

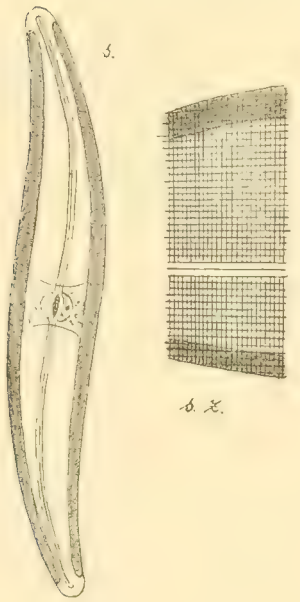


Fig. 82.
Pleurosigma litorale W. Sm.
S. 320 : 1. S. Z. 1000 : 1.

1. *Pleurosigma litorale* W. Sm. (71.)

210—224 : 32—34 μ.

Gürtelansicht gerade.

Schalen sigmoïd, Raphe median.

Mittelknoten schmal, lanzettlich.

Schalenzeichnung zwei sich rechtwinkelig kreuzende Streifensysteme, parallel der Raphe 10—11, rechtwinkelig zur Raphe 12—13 Striche auf 10 μ.

Zwei unzertheilte und ganzrandige Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an, greifen nicht auf die Schalen über. (Fig. 82.)

Der Chromatophoren wegen stelle ich die Form zu *litorale,* während sonst *Pl. Hippocampos* W. Sm. ebensogut passen würde. Doch hat diese letztere Art nach O. Müller Chromatophoren, die denen von *Pl. balticum* ähneln. cf. Berichte d. D. Bot. Ges. 1883. 482.

D. T. 248.
W. Sm. I. 67. XXII. 214.
V. H. Treat. 255. XXVIII. 796.
Cleve N. D. I. 116.

Im Frühjahr bei Korügen auf dem Küstensand, jedoch nicht häufig.

2. *Pleurosigma Fasciola* W. Sm. (72.)

99—156 : 14—22 μ.

Gürtelseite gerade, von der Mitte ab gegen beide Enden langsam verschmälert.

Schale lanzettlich, beiderseits in nach entgegengesetzter Richtung gekrümmte Hörner plötzlich verjüngt.

Raphe durchweg median verlaufend, bis an die Hörner eine gerade Linie bildend. Centralknoten und Endknoten klein, rundlich. Schalenzeichnung durch zwei sich rechtwinkelig kreuzende Streifensysteme gebildet; rechtwinkelig zur Raphe 21—22, parallel der Raphe 23—24 Striche auf 10 μ. (Fig. 83.)

Vier Chromatophoren den Gürtelseiten paarweise anliegend, aus der Durchschnürung von zweien entstanden. Von den Schalenenden gegen die Mitte hin nehmen sie an Breite zu und greifen entsprechend mehr auf die Schalenseiten über. Die Hörner bleiben frei.

D. T. 258.
W. Sm. I. 67. XXI. 211.
V. H. Syn. 119. XXI. 7. u. 8.
Cleve N. D. I. 116.
Juhlin-Dannfelt. 33.

Im Februar—Mai im Küstensand bei Korügen, im Hochsommer und Herbst in der Beggiatoa-Vegetation des weissen Grundes im Kieler Bootshafen; auch sonst häufig auf Schlick.

3. *Pleurosigma Spenceri* W. Sm. (73.)

128—160 : 15—18 μ.

Gürtelansicht ganz wenig sigmoïd.

Schalen stärker sigmoïd, überall gleich breit und erst am Ende etwas verschmälert und abgerundet.

Raphe median verlaufend, nur kurz vor den Enden an der Stelle der stärksten Krümmung etwas nach der konvexen Seite verschoben. Centralknoten langgestreckt doch nur wenig verbreitert. Schalenzeichnung: Streifen rechtwinkelig gegen die Raphe 21—22,5 auf 10 μ, der Raphe parallel 24—25 auf 10 μ. (Fig. 84.)

Zwei Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an. Ihre Ränder sind unregelmässig, aber unbedeutend ausgerandet, nur in der Mitte bei dem in centralem Plasmabande befindlichen Zellkern werden die Chromatophoren oft durch eine tiefe Einschnürung fast oder völlig in zweie zerlegt. Pyrenoïde fehlen.

D. T. 253.
W. Sm. I. 68. XXII. 218.
V. H. Syn. 118. XXI. 3—5.
Cleve N. D. I. 117.
Juhlin-Dannfelt. 33.

Im Frühjahr 1897 bis in den Juni häufig im Küstensand bei Korügen, verschwindet im Hochsommer und Herbst.

Fig. 83. *Pleurosigma Fasciola* W. Sm. 1000 : 1.

Fig. 84. *Pleurosigma Spenceri.* 1000 : 1.

4. *Pleurosigma tenuissimum* W. Sm. (74.)

110 : 10 μ.

Gürtelseite gerade, lineal-lanzettlich, gegen die Enden hin gleichmässig verjüngt.

Schale leicht S-förmig, sehr schmal.

Raphe S-förmig, median. Schalenzeichnung sehr fein, am lebenden Objekt nicht auflösbar; nach Cleve:

Striche rechtwinkelig zur Raphe 18—22 auf 10 μ, die der Raphe gleichsinnigen feiner. (Fig. 85.)

Chromatophoren vier, aus zwei den Gürtelseiten anliegenden, in der Mitte durchgetheilten entstanden, an den Rändern vielfach, aber nur seicht, ausgerandet.

D. T. 258.

W. Sm. I. 67. XXII. 213.

V. H. Treat. 258 XXVIII. 798.

Cleve N. D. I. 117.

Auf Schlick, Eckernförder Bucht, Juli 1898. 22 m tief.

5. *Pleurosigma eximium* (Thwaites) V. Heurck. (75.)

172 : 20 μ.

Gürtelansicht lineal, an den Enden etwas verjüngt. Schalenansicht gerade, nur an den Enden plötzlich scharf sigmoïd.

Raphe median, von den Schalenumrissen abweichend am Centralknoten eine zweite sigmoïde Krümmung aufweisend. (Fig. 86.)

Schalenzeichnung besteht aus zwei sich rechtwinkelig-kreuzenden Liniensystemen, von denen das eine der Raphe parallel läuft. Dieses letztere weist nach V. H. Treat. 27—28 Striche auf 10 μ auf, das andere 23—25; mir schienen sie etwas weitläufiger zu stehen. Die Zellen sind in Gallertschläuche eingeschlossen.

Zwei Chromatophoren an den Gürtelseiten; sie greifen beiderseits auf die Schalen bis an die Raphe über und zeigen ziemlich oft und stark eingeschnittene Ränder.

D. T. 260

W. Sm. II. 69. LVI, 350. *(Colletonema eximium.)*

V. H. Treat 259. VII. 283.

Cleve N. D. I. 118. als var. von *scalproïdes*.

Auf Schlick aus der Eckernförder Bucht, Südseite, 17 m.

Fig. 85. *Pleurosigma tenuissimum.* 500 : 1.

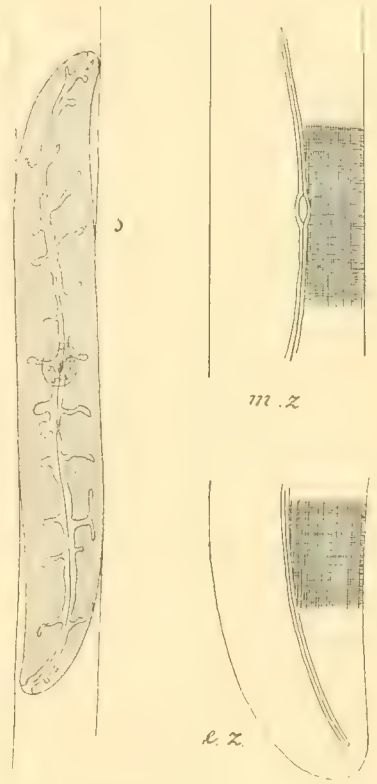


Fig. 86. *Pleurosigma eximium.* 1000 : 1. s 500 : 1.

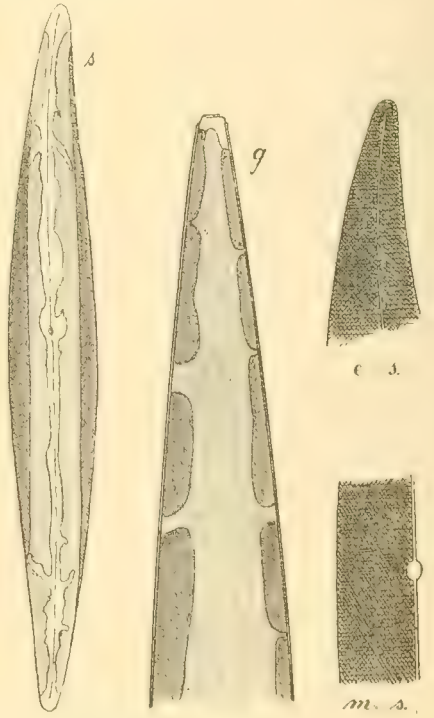


Fig. 87. *Pleurosigma intermedium* W. Sm. 1000 : 1. s. 500 : 1.

6. *Pleurosigma intermedium* W. Sm. (76.)

132—172 : 21 μ.

Gürtelansicht gerade, Schalenansicht fast gerade.

Raphe median, Mittelknoten rundlich. Schale beiderseits der Raphe mit dreifacher Strichzeichnung versehen. Striche rechtwinkelig zur Raphe wenig deutlich, zwei einander kreuzende Systeme schiefwinkelig gegen die Raphe gerichtet deutlicher, alle gleichmässig 20—22 Striche auf 10 μ. (Fig. 87.)

Chromatophoren zwei Platten. Sie liegen den Gürtelseiten an und greifen fast bis an die Raphe beiderseits auf die Schalen über. Der Rand ist von beiden Seiten mehr oder weniger tief eingeschnitten. Die Einschnitte sind sehr schmal und reichen nicht bis auf die Gürtelseiten. So bekleiden die Chromatophoren diese vollständig und an der doppelten oder einfachen Lagerung erkennt man die auf der Schalenseite vorhandenen Einschnitte.

Diese Form kommt dem normalen Naviculeentypus in seinen Chromatophoren also sehr nahe, von dem in den Schalen ähnlichen *Pl. Nubecula* unterscheidet sie sich vermöge der Chromatophoren zur Genüge.

D. T. 235.

W. Sm. I. 64. XXI. 200.

V. H. Syn. 116. XVIII. 6.

Cleve N. D. I. 35.

Juhlin-Dannfelt 33.

Auf Schlick häufig, Februar — September.

Untergattung 2. *Pleurosigmata Nubecula.*

Vier bandförmige Chromatophoren.

Schalenzeichnung aus dreierlei Strichsystemen zusammengesetzt, eines rechtwinkelig zur Raphe, zwei einander schiefwinkelig bis fast rechtwinkelig kreuzende schräg gegen die Raphe gerichtet; diese Struktur mag kurz als decussirte Schalenzeichnung bezeichnet werden.

7. *Pleurosigma Nubecula* W. Sm. (77.)

110—160 : 21—22 μ.

Gürtelseite gerade.

Schalen kaum sigmoïd. Raphe fast gerade.

Mittelknoten rundlich, Endknoten klein.

Schalenzeichnung decussirt, 22 — 24 Striche jeder Richtung auf 10 μ. (Fig. 88.)

Vier schmale Chromatophoren liegen paarweise den Gürtelseiten an. Ein jedes deckt von den Zellenden aus die Gürtelseite mehr oder weniger weit über die Mitte hinaus, so dass sie hier nebeneinander liegen. In der Schalenansicht decken sie sich von der Mitte aus nach beiden Seiten, soweit sie über die Mitte hinaus übergreifen. Ränder der Chromatophoren völlig glatt. Wie eine weitere Schalenansicht veranschaulicht, treten jedoch die Chromatophoren oft ganz auf die Schalen hinüber, die sie dann bis an die Raphe bedecken; in diesem Falle finden sich bisweilen auch reichlich ausgezackte Ränder der Chromatophoren.

Juli — September 1898 wurden auf Schlickkulturen aus der Eckernförder Bucht und Flensburger Föhrde Auxosporen gefunden, die wie bei *Navicula* nach Typus II gebildet werden. Das Perizonium ist gewellt. Es ist dies das erste Mal, dass Pleurosigma-Auxosporen gesehen sind. Da jede Gallertbildung unterbleibt, kann ein Auseinanderfallen

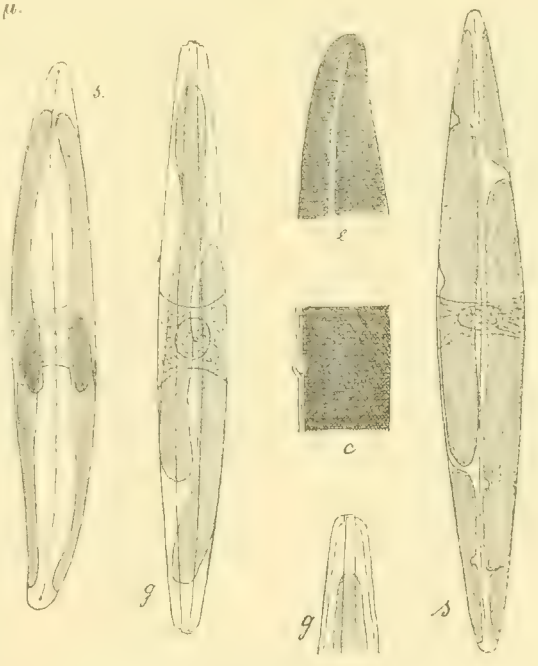


Fig. 88. *Pleurosigma Nubecula* W. Sm. s. g. 500 : 1. e. c. g. 1000 : 1.

der Mutterschalen und Tochterzellen schon durch die leiseste Wasserbewegung bedingt werden, so dass ein Auffinden des Vorganges erheblich erschwert ist.

D. T. 235.
W. Sm I. 64. XXI. 201.
V. H. Treat. 253.
Cleve N. D. I. 34.
Juhlin-Dannfelt 33.

Im Oktober 1897 war diese Form mit *Pl. angulatum* und *Pl. Fasciola* sehr reichlich in der Beggiatoa-Vegetation des weissen Grundes vom Kieler Bootshafen vertreten. Auf Schlick ist sie überall und stets häufig.

8. *Pleurosigma delicatulum* W. Sm. (78.)

190 : 20 μ.

Gürtelseite gerade, fast lineal. Schalen sigmoïd. Raphe an den Enden etwas excentrisch, sonst median. Mittelknoten rundlich. Schalenzeichnung decussirt, 25 Striche auf 10 μ, die rechtwinkelig zur Raphe gerichteten vielleicht auch etwas dichter. (Fig. 89.)

Vier bandförmige Chromatophoren, paarweise an den Gürtelseiten gelegen, jedes von einem Ende mehr oder weniger über die Mitte hinausreichend. Ränder etwas gewellt.

D. T. 233.
W. Sm. I. 64. XXI. 202.
Cleve N. D. I. 37.

Im November in einer Kultur von Korügen, die im Mai angesetzt war.

Fig. 89.
Pleurosigma delicatulum W. Sm.
s. 500 : 1. e. 1000 : 1.

Fig. 90.
Pleurosigma marinum Donk.
500 : 1. c. e. 1000 : 1.

9. *Pleurosigma marinum* Donk. (79.)

168 : 24 μ.

Gürtelansicht gerade.

Schalen leicht sigmoïd mit medianer Raphe.

Mittelknoten oval-rundlich, Endknoten klein.

Schalenzeichnung decussirt, alle Striche in ziemlich gleichen Abständen: 20—22 auf 10 μ. (Fig. 90.)

Vier schmale Chromatophoren liegen paarweise nebeneinander den Gürtelseiten an, nur an den Zellenden das eine nach diesem, das andere nach jenem Ende hinübergreifend. Bei genauer Betrachtung ist auch auf der Schalenseite zu erkennen, dass das im übrigen Verlauf vom oberen Chromatophor gedeckte untere Chomatophor am Schalenende darunter hervorsieht. Die Ränder der Chromatophoren durchweg leicht gewellt.

D. T. 236.
V. H. Treat. 254. XXVIII. 794.
Cleve N. D. I. 37.

Im Oktober 1897 unter anderen Pleurosigmen in der Beggiatoa-Vegetation des Kieler Bootshafens, doch nicht sehr häufig.

Untergattung 3. *Pleurosigmata angulata.*

Chromatophoren zwei, lang bandförmig; im typischen Falle je drei Schleifen bildend, deren mittlere grösste auf eine Schale reicht, während die beiden seitlichen auf die andere Schale entfallen. Die entsprechenden Schleifen des anderen Chromatophoren auf derselben Schalenseite. Schalenzeichnung decussirt.

10. *Pleurosigma angulatum* W. Sm. (80.)

180—280 : 36—39 μ.

Gürtelseite schmal, gerade.

Schalen breit und stark sigmoïd. Raphe median. Centralknoten rundlich-oval. Schalenzeichnung decussirt, 18—20 Striche auf 10 μ.

Zwei lange bandförmige Chromatophoren, die den Gürtelseiten anliegend mit verschiedenartig geformten Schleifen auf die beiden Schalenseiten übergreifen, und eine von der Oberschale verschiedene Unterschalenseite bedingen, wurden von Otto Müller zuerst erkannt.[1]) (Fig. 91.)

Sie sind im lebenden Zustande mit zahlreichen Ausbuchtungen und Vorsprüngen des Randes versehen, die am fixirten Material schwinden[2]). Zahlreiche Pyrenoïde sind in der Mittellinie der beiden Chromatophoren angeordnet; sie sind in dieser Richtung etwas länger ausgezogen und bereits an der lebenden Zelle als hellere Stellen kenntlich. Am lebenden Objekt kann jede der beiden durch die Chromatophorenschleifen unterschiedenen Schalen oben liegen.

D. T. 231.
W. Sm. I. 65. XXI. 205.
V. H. Syn. 115. XVIII. 2—5.
Cleve N. D. I. 40.

Die typische Form *Pl. angulatum* findet sich in ausserordentlich grossen Mengen das ganze Jahr hindurch in der Beggiatoa-Vegetation des Kieler Bootshafens. Schon mit blossem Auge sind in diesem sog. „weissen Grunde" mehr oder weniger grosse gelbe Flecken kenntlich, die der Hauptmasse nach aus *Pl. angulatum*, daneben aus *Pl. Fasciola*, *Pl. Nubecula*, *Pl. marinum*, *Nitzschia Sigma* etc., *Amphiprora*-Arten und verschiedenen *Navicula*-Arten bestehen. Auch sonst auf Schlick häufig.

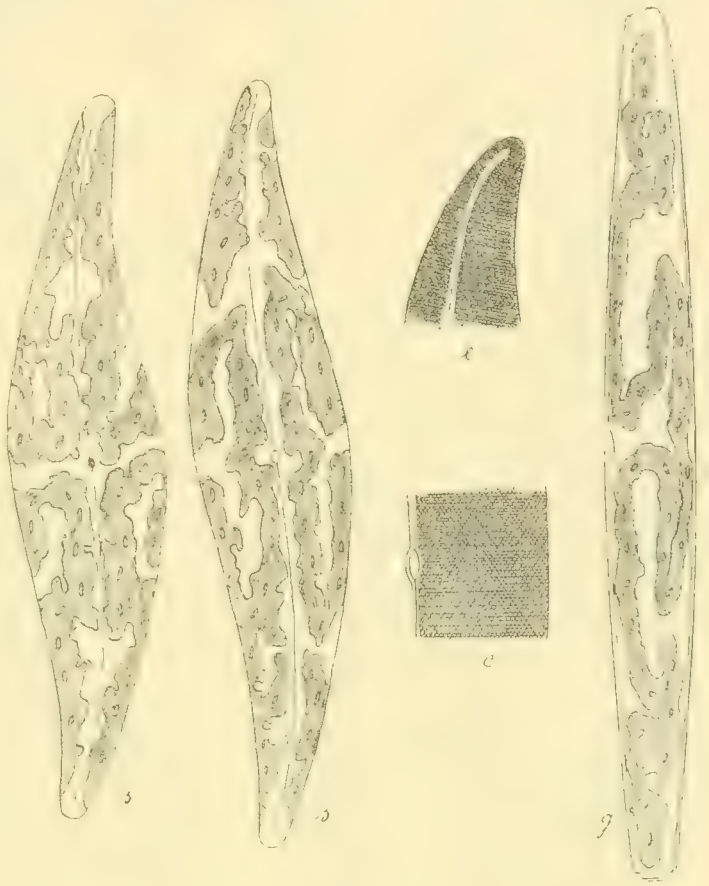


Fig. 91. *Pleurosigma angulatum*. 500 : 1. e = 1000 : 1

11. *Pleurosigma longum* Cl. (81.)

360 : 32 μ.

Gürtelseite gerade, lanzettlich.

Schalen sigmoïd. Raphe median. Centralknoten klein, rund.

Schalenzeichnung decussirt. Die rechtwinkelig zur Raphe gerichteten Striche (etwa 20 auf 10 μ) schwächer als die schräg gegen die Raphe gerichteten (etwa 15 auf 10 μ).

Zwei lange bandförmige Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an und greifen mit auf beiden Schalenseiten gleich- oder doch annähernd gleichgestalteten Schleifen auf die Schalen über. In der Mittellinie der Chromatophorenbänder je eine Reihe länglicher Pyrenoïde. (Die Zeichnungen nach fixirtem und daher etwas contrahirtem Material.) (Fig. 92.)

[1]) Ber. d. D. Bot. Ges. 1883. 478.
[2]) Der steten lebhaften Bewegung halber mussten die Chromatophoren nach fixirtem Material gezeichnet werden.

Fig. 92.
Pleurosigma longum Cl.
320 : 1.

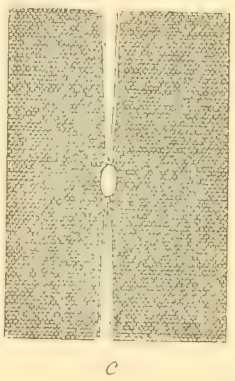


Fig. 93. *Pleurosigma elongatum* W. Sm.
320 : 1. c. c. 1000 : 1.

D. T. 244.

Cleve und Grun. Arct. D. 49. III[1]). 71.

Cleve N. D. I. 38.

Im Frühsommer bei Boje C in 5—15 m Tiefe unter Sphacelarien, Polysiphonien etc.

12. *Pleurosigma elongatum* W. Sm. (82.)

420—460 : 33 μ.

Gürtelseite gerade, lanzettlich.

Schalen leicht sigmoïd. Raphe median, breit, in den elliptischen Centralknoten verschmälert. Schalenzeichnung decussirt, die rechtwinkelig gegen die Raphe gerichteten Striche (15 auf 10 μ) sind weit weniger hervortretend als die gegen die Raphe und gegen einander schräg gerichteten, (12 auf 10 μ). (Fig. 93.)

Zwei lange bandförmige Chromatophoren, in der Mittellinie mit länglichen Pyrenoïden versehen, liegen mit zahlreichen Windungen den Gürtelseiten an und greifen in annähernd gleicher Weise auf die untere wie obere Schale über. Die Ansicht der Gürtelseite (Fig. 93 g.) ist nach dem Absterben der Zelle gezeichnet; das Chromatophorenband hat sich contrahirt und lässt die sonst auf die Schalen übergreifenden Schleifen erkennen.

D. T. 233.

W. Sm. I. 64. XX. 199.

V. H. Syn. 115. XVIII. 7.

Cleve N. D. I. 38.

Juhlin-Dannfelt 33.

Unter *Pleurosigma angulatum* im Sommer und Herbst in der Beggiatoa-Vegetation aus dem Kieler Bootshafen.

13. *Pleurosigma strigosum* W. Sm. (83.)

188—250 : 20—34 μ.

Gürtelseite gerade, lanzettlich.

Schalen sigmoïd, länger und minder breit als bei *Pl. angulatum*. Schalenenden stumpf. Raphe median. Centralknoten klein, rundlich-oval.

[1]) Nicht wie im Text steht I. Dies falsche Citat ist von D. T. unbesehen übernommen worden.

Schalenzeichnung decussirt, 15—20 Striche jeder Richtung auf 10 μ. (Fig. 94.)

Zwei lange bandförmige Chromatophoren mit zahlreichen, in der Mittellinie angeordneten, länglichen Pyrenoïden liegen den Gürtelseiten an und greifen mit Schleifen, die denen von *Pl. angulatum* ähneln, auf beide Schalenseiten über. Bei der schmächtigeren Zellform und den überaus zahlreichen, unregelmässigen Verschmälerungen oder Verbreiterungen, Ausbuchtungen und Vorsprüngen des Randes kommt die typische Kreuzung der Schleifen auf der Ober- und Unterschalenseite weniger zur Geltung als bei *Pl. angulatum*. Oft ist die Lagerung der einzelnen Bandabschnitte so eng, dass auf der Gürtelseite die eigentliche Bandform der Chromatophoren kaum erkannt werden kann. (cf. Fig. 94. g.)

D. T. 233.

W. Sm. I. 64. XXI 203.

V. H. Syn. 115 XIX 2.

Cleve N. D. I. 41.

Juhlin-Dannfelt 33.

Im Frühjahr im Küstensand von Korügen.

Untergattung 4. *Pleurosigmata coccochromatica.*

Zahlreiche Chromatophoren vorhanden, die jedoch meist noch die Entstehung aus zwei oder vier grossen, gürtelständigen Platten durch Form und Lagerung erkennen lassen.

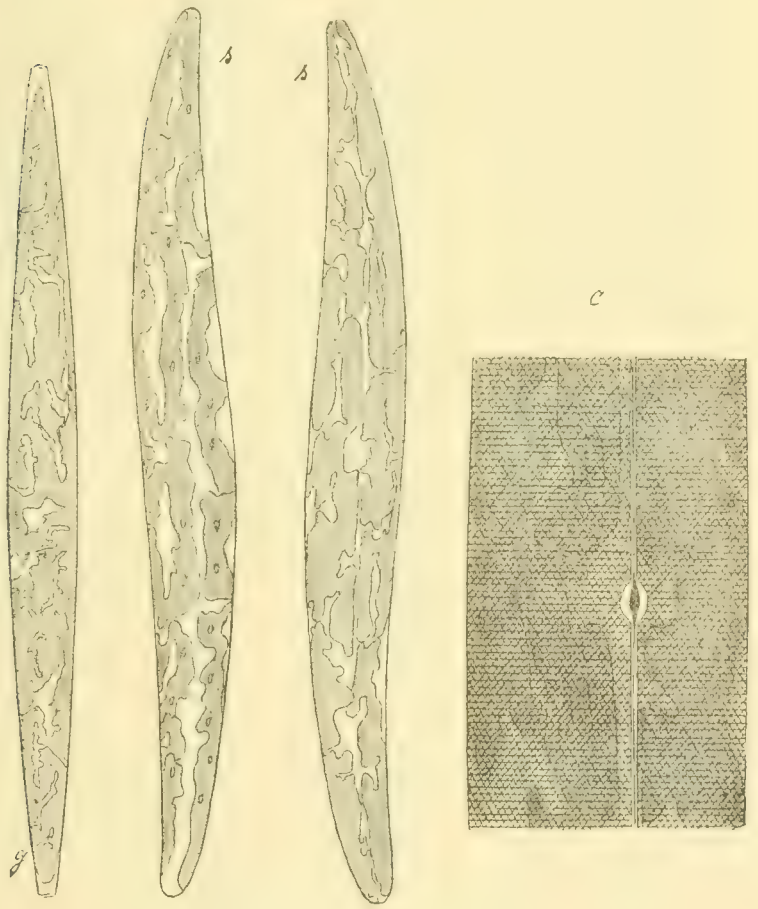


Fig. 94. *Pleurosigma strigosum* W. Sm. 320 : 1. c. 1000 : 1.

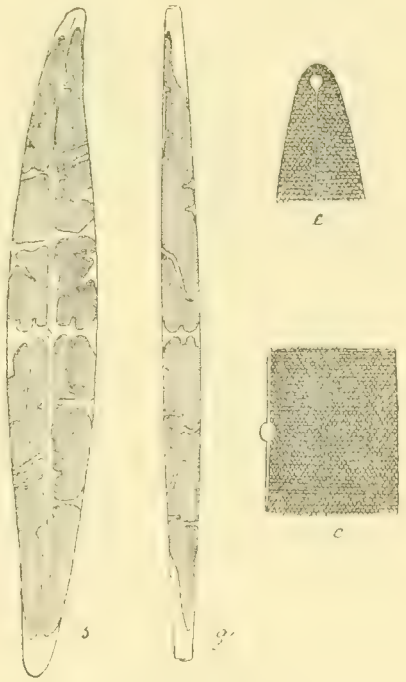


Fig. 95. *Pleurosigma neglectum* n. sp. 320 : 1. e. c. 1000 : 1.

14. *Pleurosigma neglectum* n. sp. (84.)

260 : 32 μ.

Gürtelansicht gerade, fast lineal.

Schalen leicht sigmoïd. Raphe gerade, mit rundem Mittel- und Endknoten. Schalenzeichnung decussirt. Die schräg gegen die Raphe gerichteten Striche deutlich, etwa 18—20 auf 10 μ, die rechtwinkelig gegen die Raphe verlaufenden ausserordentlich fein und schwer nachweisbar, der Schätzung nach etwa 25—30 auf 10 μ. (Fig. 95.)

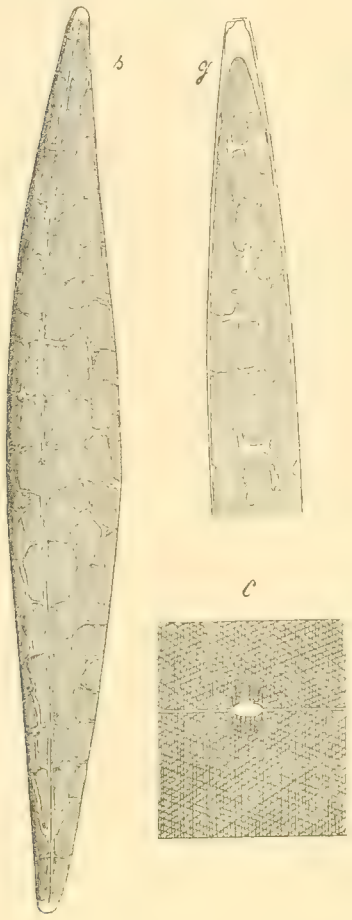


Fig. 96.
Pleurosigma staurolineatum n. sp.
500 : 1 c. 1000 : 1

Vier plattenförmige Chromatophoren liegen paarweise den Gürtelseiten an, greifen in der Zellmitte nicht übereinander und erreichen auf der Schalenseite die Raphe. Sie sind von schmalen, tiefen Einschnitten zertheilt, so dass sie an den Schalenseiten aus 3—4 einzelnen, mannigfach ausgerandeten Platten zu bestehen scheinen; erst auf der Gürtelseite erkennt man den Zusammenhang.

Die Form dürfte *Pl. pelagicum* Per. oder *Pl. elongatum* var. *fallax* Grunow am nächsten stehen. Sie trat im Sommer 1897 in einer von Boje C stammenden Kultur zwischen Sphacelarien auf.

15. *Pleurosigma staurolineatum* n. sp. (85.)

234 : 25 μ.

Gürtelansicht gerade.

Schalen schwach sigmoïd, von der Mitte aus gleichmässig nach den Enden zu stark verjüngt. Raphe median, was auf der Abbildung nicht ganz zum Ausdruck kommt, da das Individuum nicht auf der Schalenmitte ruht. Centralknoten rundlich-oblong. Schalenzeichnung decussirt; rechtwinkelig gegen die Raphe gerichtete Striche sehr schwer kenntlich, etwa 30 auf 10 μ, nur zu beiden Seiten des Centralknotens eine geringe Zahl von deutlicheren und weiter von einander entfernten Strichen; schräg zur Raphe 15—18 auf 10 μ. (Fig. 96.)

Zwei den Gürtelseiten anliegende Chromatophorenplatten sind von zahlreichen, reich verästelten, schmalen Einschnitten durchsetzt. Doch bleibt auf den Gürtelseiten der Plattencharakter erhalten. Die beiderseits bis an die Raphe übergreifenden Ränder sind dagegen durch weitergehende Verästelung der Trennungslinien vielfach in polygonale, mehr oder minder grosse Einzel-Chromatophoren zerlegt. Pyrenoïde fehlen.

Die Art konnte ich mit keiner bei Cleve N. D. angeführten Spezies indentifiziren; sie steht den Chromatophoren nach *Pl. rigidum* am nächsten.

Die Form fand sich im Frühjahr bei Boje C in 5—15 m Tiefe unter Sphacelarien.

16. *Pleurosigma rigidum* W. Sm. var.? (86.)

360—370 : 50 μ.

Gürtelansicht gerade, breit lanzettlich.

Schalen fast gerade, schwach rhombisch.

Raphe etwas sigmoïd. Centralknoten länglich von einem etwa quadratischen glatten Felde umgeben, ebenso ist an den Endknoten eine kleine glatte Stelle. Dies die Abweichung vom typischen *Pl. rigidum*.

Schalenzeichnung decussirt, etwa 15 Striche rechtwinkelig zur Raphe und 18—20 schräg zur Raphe auf je 10 μ. (Fig. 97.)

Zwei Chromatophorenplatten liegen den Gürtelseiten an und bedecken nach beiden Seiten die Schalen völlig bis zur Raphe. Durch zahllose im grossen und ganzen vom Mittelknoten ausstrahlende Linien und ihre

Querverbindungen ist die Schalenseite der Chromatophoren in kleine Polyeder zerlegt, die genau ineinander passen, z. Th. auch in kürzeren oder längeren Bändern zusammenhängen. Nur die Gürtelseiten der Chromatophoren zeigen noch den plattenförmigen Zusammenhang, doch sind auch hier zahlreiche Löcher und Durchbrechungen zu konstatiren. Pyrenoïde fehlen. In derjenigen Form (Fig. 97 s.), deren mit abgebildete Schalenansicht nur wenige kurz-bandförmige Chromatophoren zeigt, verbirgt sich vielleicht noch eine weitere Form, die jedoch ihrer Schalenstruktur nach von *Pl. rigidum* nicht zu trennen ist und nur einmal gesehen wurde.

D. T. 237.

W. Sm. I. 64. XX. 198.

V. H. Syn. XIX. 3.

Cleve N. D. I. 39.

Im Frühjahr bis Herbst 1897 bei Boje C zwischen Sphacelarien und Polysiphonien in 5—15 m Tiefe; hält sich in Kultur.

Fig. 97. *Pleurosigma rigidum* W. Sm. var.? 320 : 1. c. e. 1000 : 1.

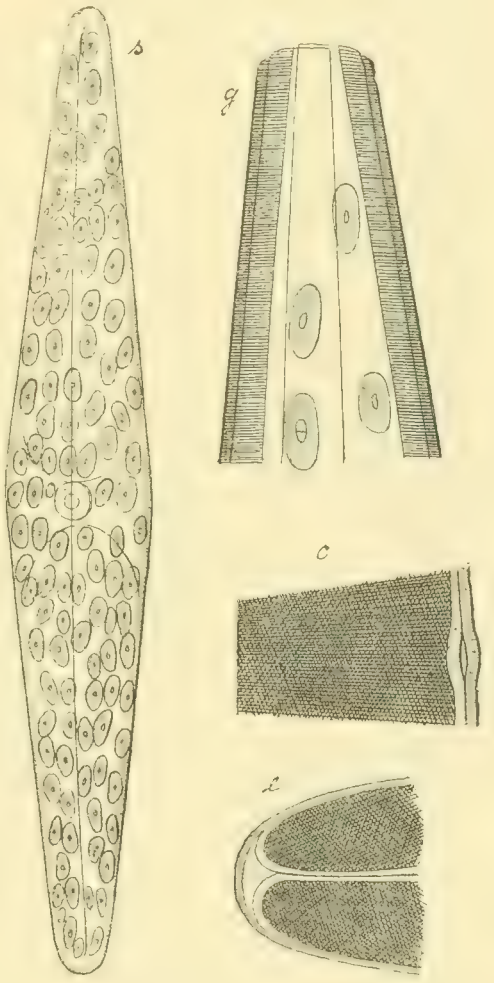


Fig. 98. *Pleurosigma giganteum* Grun. 1000 : 1. s. 320 : 1.

17. *Pleurosigma giganteum* Grun. (87.)

350—396 : 60 μ.

Gürtelansicht gerade, gegen die Enden hin stark verjüngt.

Schalen fast gerade, Raphe nur an den Enden ein wenig sigmoïd, median. Mittelknoten länglich, wenig verbreitert, Endknoten mit einem breiten glatten Dreieck am stumpfen Schalenende abschliessend.

Schalenzeichnung decussirt, rechtwinkelig zur Raphe 15—16 Striche auf 10 μ, schräg gegen die Raphe etwa 17—19 auf 10 μ. (Fig. 98.)

Chromatophoren zahlreiche, an der Schalen- und Gürtelseitenoberfläche angesammelte ovale Scheiben mit je einem Pyrenoïd versehen; hin und wieder trifft man diese Chromatophoren in Reihen gelagert, woraus auf Entstehung durch Quertheilung eines längeren Bandes geschlossen werden könnte.

Grunow. Zoolog. Botan. Ges. Wien. 1860. 558. VI. 1.

Cleve. N. D. I. 39.

Frühjahr bis Herbst bei Boje C häufig in 5—15 m Tiefe zwischen Sphacelarien und Polysiphonien. Hält sich in Kultur gut.

18. *Pleurosigma balticum* W. Sm.

dürfte im Gebiete kaum vorkommen. In dem Lüder'schen Präparaten-Verzeichniss ist die Form zwar genannt, aber ohne Standortsangabe.

Juhlin-Dannfelt 33 erwähnt als in der Ostsee vorkommend noch folgende Formen:

Pleurosigma aestuarii Sm. = *angulatum*.
Pl. attenuatum Sm. Süsswasserform.
Pl. Hippocampos Sm. Meeresform.
Pl. acuminatum Sm. Süsswasserform.
Pl. Brebissonii Grun. = *balticum* var.
Pl. distortum Sm. Küstenform.

Genus 13. *Scoliopleura* Grun.

Die ganze Zelle ist um die Apicalaxe tordirt, sodass sowohl Raphe wie Gürtelansicht mehr oder weniger sigmoïd gebogen sind.

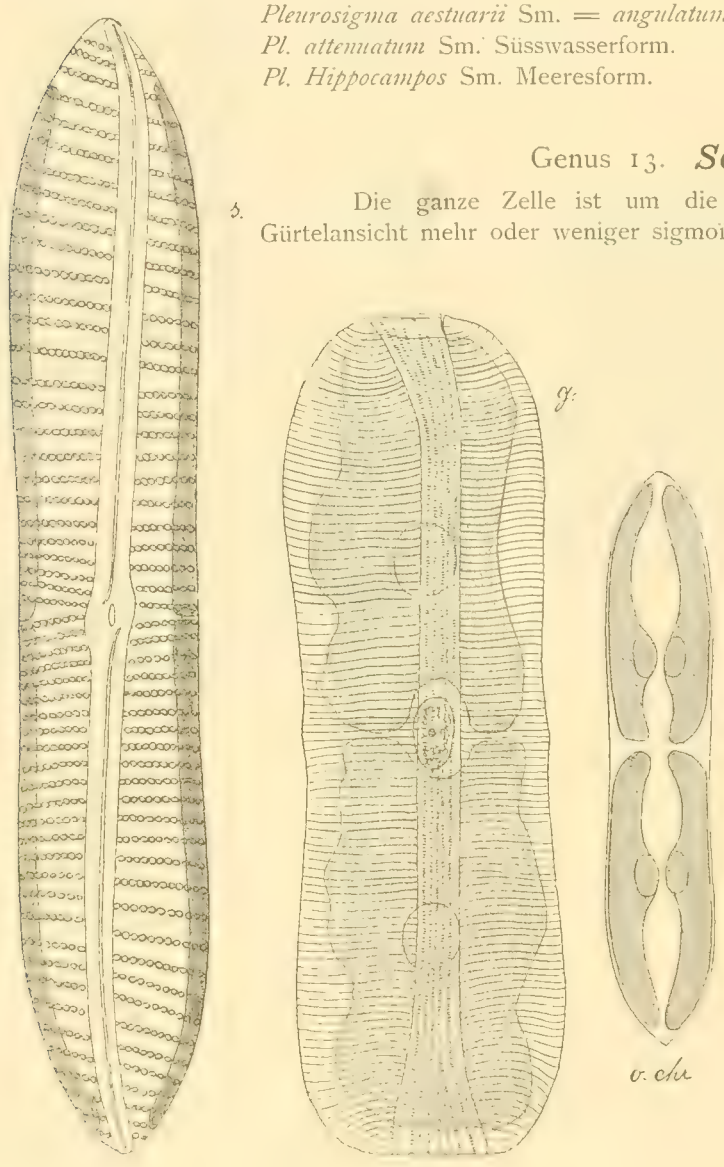


Fig. 99. *Scoliopleura latestriata* Grun. s. 1000 : 1. g. 500 : 1. o. chr. 320 : 1.

1. *Scoliopleura latestriata* Grun. (88.)

150—200 : 27—30 μ.

Gürtelansicht mit Trennungslinien von Zwischenbändern herrührend; rechteckig, Ecken gerundet.

Schalen stark gewölbt, lineal-lanzettlich, Enden keilförmig verjüngt, in der Mitte bei allen Exemplaren, die ich gesehen, etwas eingezogen. Schalenzeichnung besteht aus Perlreihen, 6 auf 10 μ, welche schiefwinkelig gegen die von breitem glattem Band umgebene Raphe gerichtet in unregelmässigen Krümmungen bis an den Schalenrand verlaufen. (Fig. 99.)

Vier Chromatophoren, je zwei auf jeder Gürtelseite, kaum auf die Schalen übergreifend. Ränder glatt mit einem Ausschnitt um den centralen Zellkern. In der Mitte jedes Chromatophors ein weit ins Zelllumen einspringendes Pyrenoïd.

Trotz der erwähnten Abweichung im Zellumriss kann die Zugehörigkeit nicht zweifelhaft sein.

D. T. 263.

W. Sm. I. 49. XVI. 136 = *Navicula convexa*.

V. H. Syn. 111. XVII. 12.
Cleve N. D. I. 72.
Juhlin-Dannfelt nennt: Sc. Jenneri Grun.
Auf Schlick nicht allzu selten. Eckernförder Bucht Südrand, 18 m. Mai bis Juli 1898.

Genus 14. *Donkinia* Ralfs.

Zellen *Pleurosigma*-artig, jedoch die Raphe deutlich gekielt, d. h. auf hohem Kiel verlaufend, der nur am Mittelknoten unterbrochen ist. Daher Gürtelansicht in der Mitte stark eingezogen. Gürtelbänder einfach.

1. *Donkinia recta* Grun. (89.)

128 : 15 μ.

Gürtelseite gerade, rechteckig, in der Mitte mit ziemlich scharfer Einbuchtung; Ecken abgerundet.

Schalen gleichartig, sigmoïd. Raphe gekielt, sigmoïd wie die Schalen. Centralknoten eingesenkt, klein elliptisch. Endknoten ganz an die Enden der Schalen gerückt. Striche lediglich rechtwinkelig zur Raphe wahrgenommen, 19—20 auf 10 μ. (Fig. 100.)

Chromatophoren sind in Vierzahl vorhanden, je zwei auf jeder Gürtelseite, von den Enden bis zur mittleren Einschnürung; sie greifen bis an die Raphe auf die Schalenseiten über. Ihre Ränder sind ziemlich grob und unregelmässig ausgezackt.

Die Schalenform und Zeichnung ist vom Typus abweichend, doch ist es möglich, dass ich die Zeichnung nicht völlig aufzulösen vermochte.

D. T. 274.
V. H. Syn. 119. XVII. 9.
Cleve N. D. I. 119.

Die Form fand sich nur einmal in einer frisch angesetzten Kultur im Anfang September 1897 von Boje C zwischen Sphacelarien aus 5—15 m Tiefe.

Fig. 100. *Donkinia recta* Grun. 1000 : 1.

2. *Donkinia baltica* n. sp. (90.)

120 : 18 μ.

Gürtelseite diagonal-symmetrisch, da die gekielte und weit stärker als die Schale sigmoïd-geschwungene Raphe über die mehr geradlinigen Schalenumrisse dort übergreift, wo sie in der betreffenden Gürtellage oben liegt, während sonst der gerade Schalenkontur zur Geltung kommt. In der Mitte eingebuchtet, doch die Buchtung halb durch den Kiel verdeckt.

Schalen beide gleichartig, wenig sigmoïd gekrümmt. Raphe weit mehr S-förmig, beim kleinen ovalen eingesenkten Centralknoten diagonal, sonst scharf dem betreffenden Schalenrande folgend. Endknoten rundlich. Striche nur rechtwinkelig zur Raphe, ca. 25 auf 10 μ bemerkt. (Fig. 101.)

Zwei von den Rändern bis tief hinein eingeschnittene Chromatophoren bedecken die Gürtelseiten und greifen bis an die Raphe auf die Schalen über.

Die Art ist durch die abweichende Symmetrie der Gürtelseite leicht von *D. recta* zu unterscheiden. Sie kann, wie Herr Dr. O. Müller die grosse Freundlichkeit hatte mir mitzutheilen, mit keiner bisher bekannten Art indentifizirt werden.

Die Form fand sich in einer Kultur, die im September 1897 aus Sphacelarien von Boje C und spärlichen *Polysiphonia*-Stücken von Schleimünde angesetzt war, in zwei Exemplaren und wurde 1898 bisweilen auf Schlick beobachtet.

Genus 15. *Rhoicosigma* Grun.

Zellen *Pleurosigma*-artig jedoch um die Apicalaxe geknickt, daher Gürtelansicht *Achnanthes*-ähnlich gebogen. Schalen verschieden, convexe Oberschale, concave Unterschale.

1. *Rhoicosigma compactum* Grev. (91.)

180—205 : 18—30 μ.

Gürtelseite gebogen. Gürtelbänder einfach.

Schalen S-förmig. Die obere mit ungekielter mehr oder weniger sigmoïder Raphe. Mittelknoten kreisrund, Endknoten völlig auf die Kante der Schalen gerückt. Striche rechtwinkelig auf die Raphe gerichtet 20—24 auf 10 μ, die der Raphe parallel laufenden sehr viel dichter etwa 40—50 auf 10 μ. Die untere concave Schale mit einer in der Regel mehr sigmoïd gekrümmten und stets gekielten Raphe. Die Schalenzeichnung stimmt sonst mit der der oberen Schale überein. (Fig. 102.)

Zwei an den Rändern sehr stark ausgeschnittene Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an und greifen in der Weise auf die Schalenseiten über, dass die Raphe gleichzeitig die Grenzlinie der beiden Chromatophoren bildet. Pyrenoïde fehlen.

D. T. 268.

Cleve N. D. I. 120.

Fehmarn. Eckernförder Bucht: Mittelgrund. Stollergrund. Breitgrund. Boje C. In 5—15 m Tiefe ist die Form zwischen Sphacelarien und Polysiphonien nicht selten und kam sowohl im Frühjahr und Sommer wie im Herbst mit herauf.

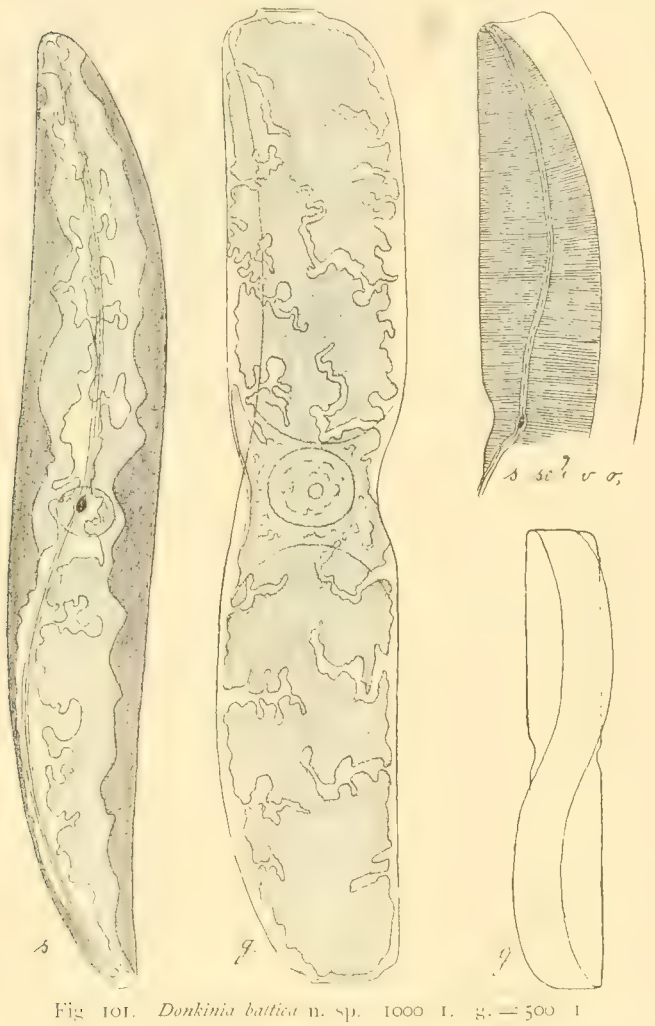


Fig. 101. *Donkinia baltica* n. sp. 1000 : 1. g. = 500 : 1

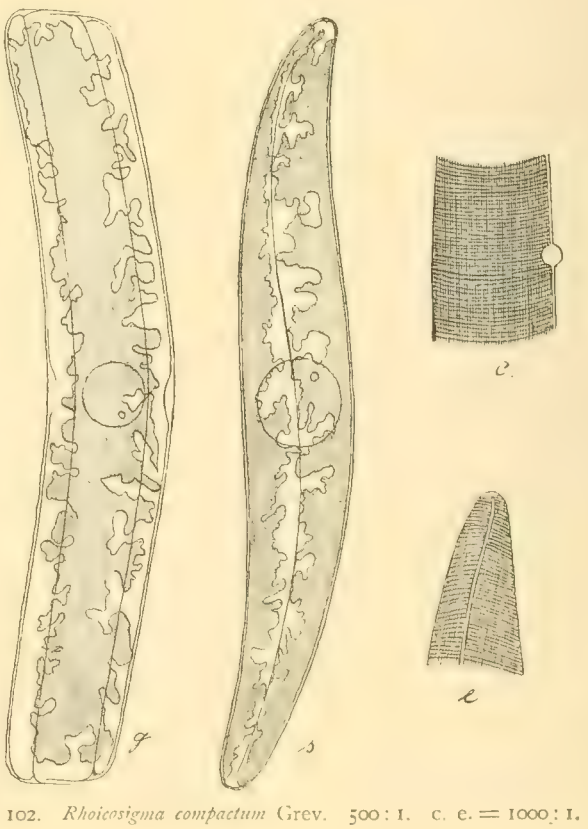


Fig. 102. *Rhoicosigma compactum* Grev. 500 : 1. c. e. = 1000 : 1.

Genus 16. *Tropidoneis* Cleve.

Zellen *Navicula*-artig. Raphe gerade, gekielt, doch in der Zellmitte eingezogen. Oft ein zweiter etwas excentrisch gelegener „Nebenkiel" neben der Raphe vorhanden, welcher jedoch immer das Schalenende nicht erreicht.

1. *Tropidoneis Lepidoptera* Greg. (92.)

188—200 : 18 μ.

Gürtelseite rechteckig, in der Mitte eingezogen, tiefste Einschnürung durch den hier vorspringenden Nebenkiel verdeckt.

Schale lanzettlich mit spitzen Enden. Raphe median geradlinig, doch in der Schalenmitte tief eingezogen. Nebenkiel neben der Raphe excentrisch verlaufend, auf beiden Schalen symmetrisch liegend. Der Kiel ist mit deutlichen lang ausgezogenen Kielpunkten versehen, 8 auf 10 μ. Er ist in der Schalenmitte, wo die Raphe am tiefsten eingezogen ist, ein wenig vorgebuckelt. Schalenstreifung rechtwinkelig zur Raphe, 20 Striche auf 10 μ, über den Kiel fortgehend (Fig. 103.)

Chromatophoren zwei, den Gürtelseiten anliegend; jedes durch drei tiefe Einschnitte in vier Theile zerlegt, in jedem Viertel ein grosses ovales Pyrenoïd. Diese drei tieferen Einschnitte an beiden Rändern ungleich weit eingreifend; der mittelste an dem dem betreffenden Kiel zugewandten Rande, die beiden seitlichen an dem vom Kiel abgekehrten Rande tiefer einschneidend, so auf beiden Gürtelseiten völlig symmetrisch. Sonstige weniger tief reichende Auszackungen zahlreich. Zu den Nitzschieen hinüberweisende Form!

D. T. 328

Greg. D. of Clyde 505. XII. 59.

V. H. Treat. 203. V. 287.

Cleve N. D. I. 25. Chromatophoren-Zeichnung ungenau.

Auf Schlick aus der Eckernförder Bucht häufig, Mai — Juli 1898.

Das Vorhandensein der Kielpunkte finde ich nur bei Grunow, allerdings ohne richtige Erkenntniss der Sachlage angeführt. cf. Cleve und Grunow. Arct. D. 66. „Rippenartige Streifen" von „leiterförmigem Ansehen".

Ferneren Untersuchungen muss es vorbehalten bleiben zu entscheiden, ob hier eine Naviculeenraphe und eine Kanalraphe als Bewegungsorgane vorhanden sind oder ob nur eines dieser Gebilde funktionsfähig ist.

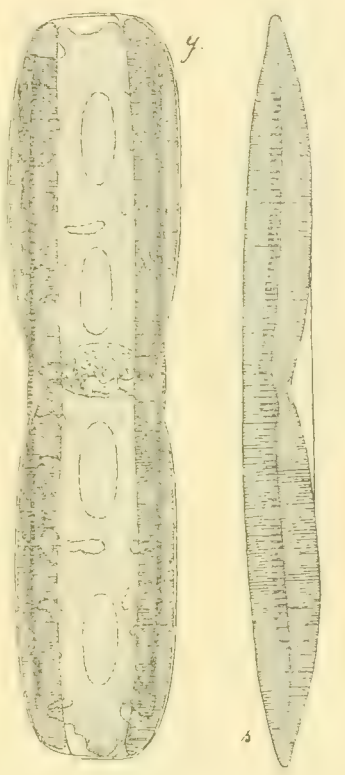


Fig. 103. *Tropidoneis Lepidoptera* Greg. 500 : 1.

2. *Tropidoneis maxima* Greg. var.? (93.)

130—180 : 20—30 μ.

Gürtelseite breit, in der Mitte mehr oder weniger tief eingeschnürt, beiderseits oft tonnenförmig aufgetrieben (z. B. 30 und 44 μ, 36 und 44 μ, 31 und 34 μ). Schalenansicht in der Mitte ein wenig, an den Enden stark und unvermittelt verjüngt. Raphe median, gekielt, scharf und beträchtlich über der Schale erhaben, der Mittelknoten stark eingesenkt. Nebenkiel hier nicht vorhanden.

Die Schale ist mit sehr matten, schwer kenntlichen feinen Strichen rechtwinkelig zum Kiel gezeichnet, welche unmittelbar am Kiel ein wenig deutlicher sind und den Anschein kleiner Kielpunkte erwecken; 15 auf 10 μ. (Fig. 104.)

Auf dem Gürtelband waren keine Trennungslinien kenntlich zu machen. Der Ansatz der Schalenenden an das Gürtelband sehr eigenartig, sieht einem feinen, nach aussen mündenden, andererseits in den Kiel sich fortsetzenden Kanälchen gleich.

Zwei Chromatophoren. Sie liegen einer Schale mit der Mittellinie an und greifen bis über die gegenüberliegende Schale mit den Rändern hinweg. Von diesem Rande aus schneiden auf jeder Gürtelseite tiefe, unregelmässige Buchten ins Chromatophor ein, so dass jedes in vier, oft nur durch einen ganz schmalen Rücken in Verbindung erhaltene Lappen zerlegt wird. In der Mitte jedes Lappens ist ein sehr deutliches, mit einem Hof umgebenes Pyrenoïd vorhanden.

Die Form bildet ebenso wie *Tropidoneis Lepidoptera* einen Uebergang zu den Nitzschieen, speciell zu *Nitzschia bilobata* und Verwandten; in diesem Falle ist besonders auch der Plasmakörper in Mitleidenschaft gezogen. Ich wusste die Form trotz des fehlenden Nebenkieles nicht passender zu stellen.

D. T. 329.
Greg. D. of Clyde. 507. XII. 61.
V. H. Treat. 264. V. 288.
Cleve N. D. I. 26.
Auf Schlick von Boje D, 18 m
Mai—Juni 1898

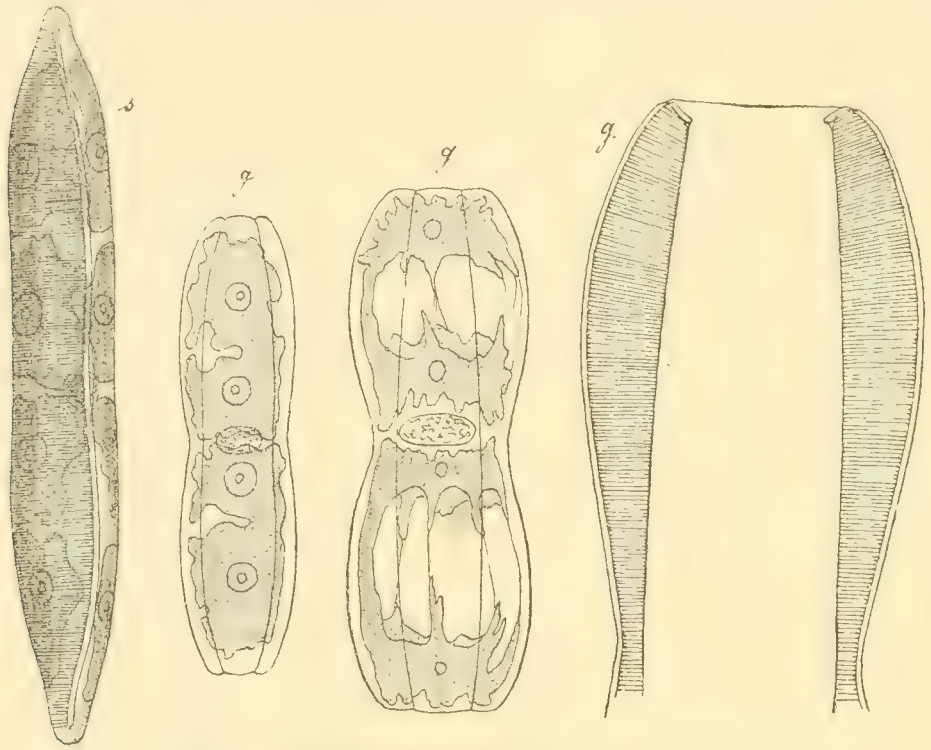
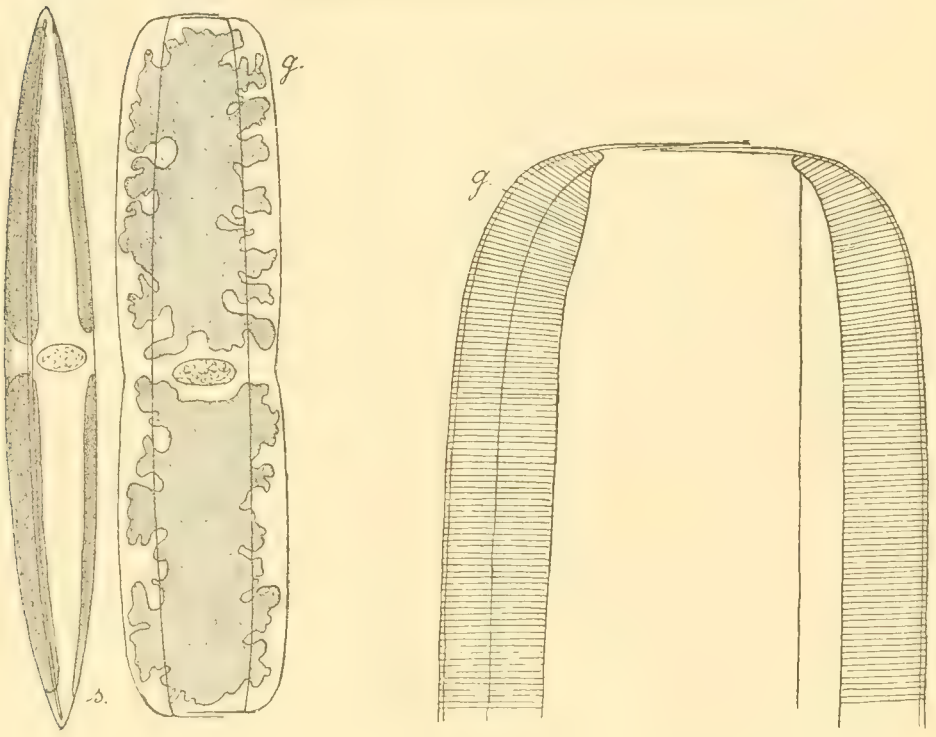


Fig. 104 *Tropidoneis maxima* Greg. var.? 500 : 1. g. 1000 : 1.



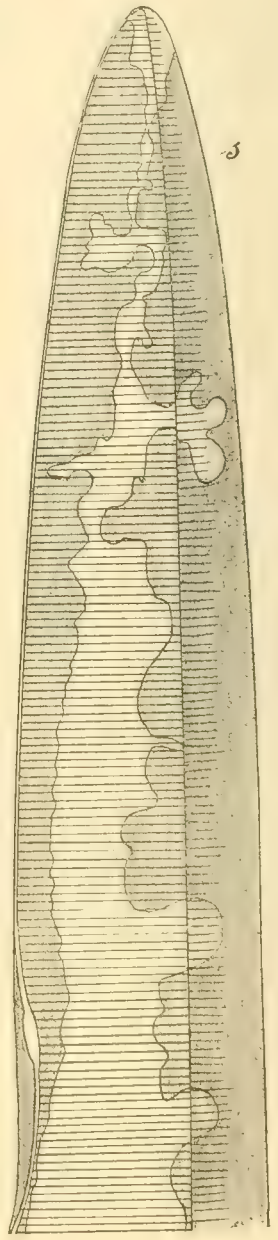


Fig. 105. *Tropidoneis elganse* W. Sm. 320 : 1 und 1000 : 1.

3. *Tropidoneïs elegans* W. Sm. (94.)

270 : 30 μ.

Gürtelseite breit lineal, in der Mitte sehr wenig eingezogen, etwa 32 bezw. 34 μ.

Schalenansicht von breiter Mitte gleichmässig in eine scharfe Spitze verjüngt. Raphe gekielt, excentrisch; auf beiden Schalen diagonal-symmetrisch liegend. Auf der breiteren Schalenseite begleitet die Raphe ein Nebenkiel. Grobgeperlte Striche verlaufen rechtwinkelig zur Raphe über den Nebenkiel fort, 13 auf 10 μ. (Fig. 105.)

Vier Chromatophoren mit reich ausgezackten Rändern liegen den Gürtelseiten an. Pyrenoïde fehlen.

Cleve zeichnet für alle *Tropidoneïs*-Arten zwei den Gürtelseiten anliegende Chromatophoren; ich fand hier stets vier, die sich freilich am Kern mit den Rändern oft derartig deckten, dass leicht der Anschein von nur zweien entstehen konnte.

D. T. 345.

W. Sm. II. 90.

Greg. D. of Clyde. 505. XII. 58 und 58b.

V. H. Treat. 265. VI. 294.

Cleve N. D. I. 27.

Auf Schlick lebhaft beweglich, Boje D und Flensburger Föhrde, Mai—September 1898.

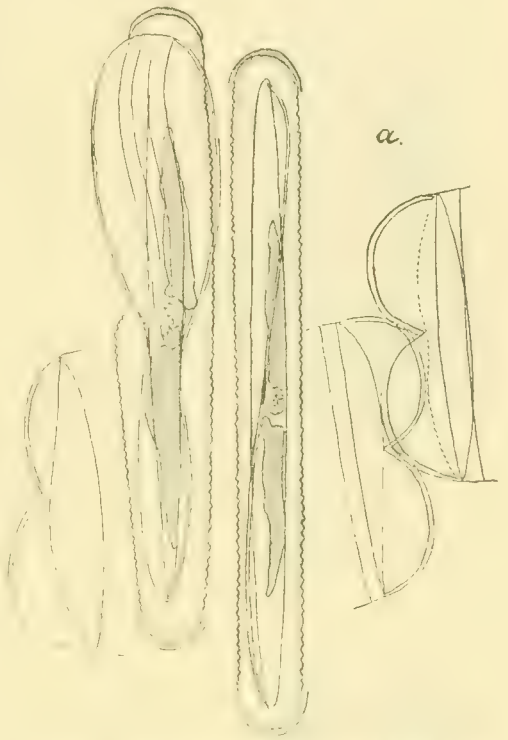


Fig. 106. Auxosporen von *Amphiprora* [illegible] Kt. 500 : 1

Genus 17. *Amphiprora* Ehr.

Gürtelansicht in der Mitte mehr oder weniger tief eingezogen, zahlreiche Trennungslinien zeigen komplexes Gürtelband an. Schalen *Navicula*-ähnlich, an beiden Enden zugespitzt. Die Zelle ist um die Apicalaxe tordirt in der Weise, dass, wenn in der Gürtelansicht die eine Zellhälfte flach horizontal aufliegt, die andere um etwa 60—90° von der horizontalen Ebene abweicht.

Die Raphe ist median gelegen, gekielt und stark S-förmig gebogen, Mittel- und Endknoten liegen wenig erhaben über der Schale, zwischen beiden erhebt sich die gekielte Raphe jedoch sehr beträchtlich.

Chromatophor scheint stets eine den Gürtelseiten anliegende Platte zu sein.

Auxosporenbildung war bisher unbekannt. Sie werden auf Schlick gebildet und folgen in ihrer Entwickelung völlig dem Typus II. (Fig. 106.)

Amphiprora-Arten traten in Kulturen und zwar besonders auf Schlick sehr häufig auf. Es werden sich vermuthlich noch zahlreiche neue Species ergeben.

1. *Amphiprora paludosa* W. Sm. (95.)

Charakter der Gattung. Schalen mit feinen über den ganzen Kiel laufenden Strichen rechtwinkelig zur Raphe gezeichnet, 18—20 auf 10 μ. (Fig. 107.)

Ein Chromatophor von biscuitförmig eingeschnittener Gestalt.

D. T. 331.

W. Sm. I. 44. XXXI. 269.

V. H. Treat. 262. V. 290.

Cleve N. D. I. 14.

Juhlin-Dannfelt. 34.

Bei Boje C und auch sonst häufig.

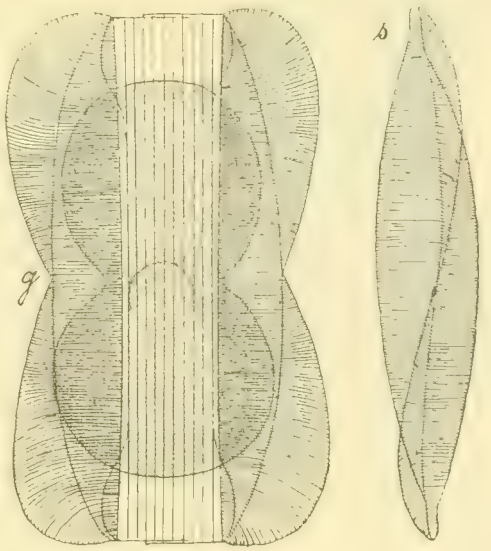


Fig. 107. *Amphiprora paludosa* W. Sm. 500 : 1

BIOLOGICAL LABORATORY

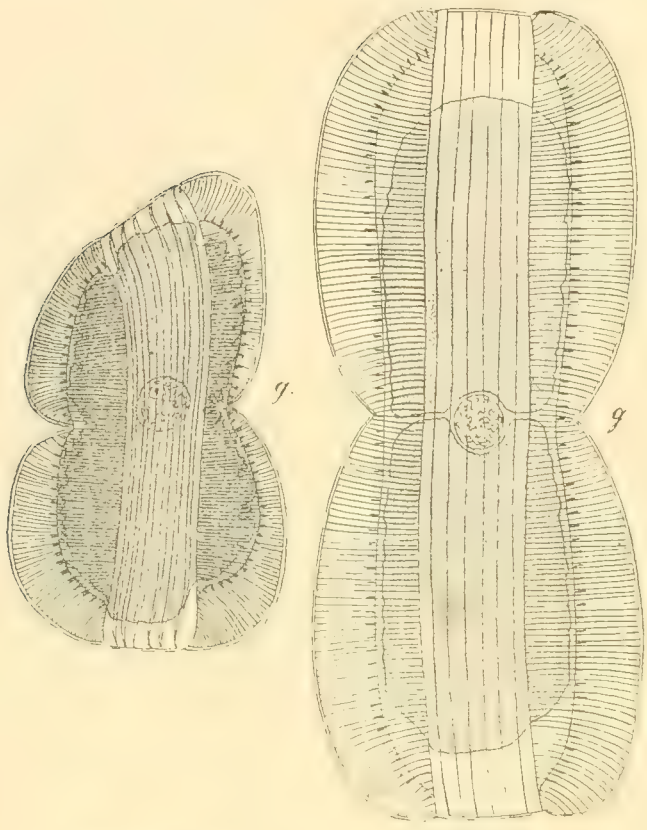


Fig. 108. *Amphiprora alata*[1]) Ktzg. 500 : 1.

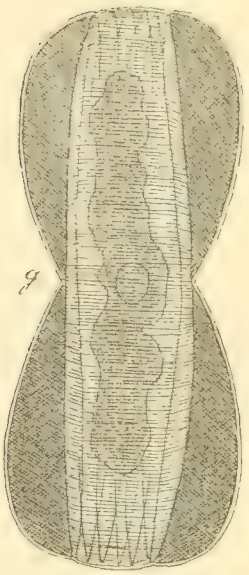


Fig. 109. *Amphiprora decussata* Grun. 500 : 1.

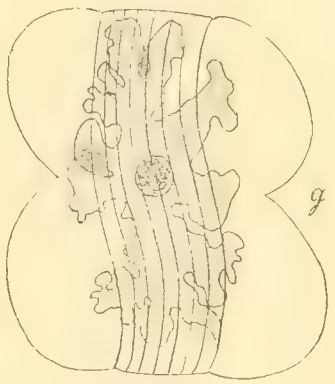


Fig. 110. *Amphiprora incisa* n. sp. 1000 : 1.

2. *Amphiprora alata* Ktzg. (96.)

70—208 : 70 (resp. 50) μ. d. h. Gürtelseite!

Charakter der Gattung.

Die Species ist charakterisirt durch die in die Länge gezogenen Kielpunkte, 3—4 auf 10 μ. Schalenstreifung wie bei *paludosa*, etwa 14 auf 10 μ. (Fig. 108.)

Chromatophor an den Rändern mehr oder weniger tief zerfranst, Mitteleinschnürung meist weniger tief als bei *A. paludosa,* bisweilen jedoch zwei Chromatophoren vorhanden.

D. T. 331.

W. Sm. I. 44. XV. 124. (meisterhafte Zeichnungen!)

V. H. Syn. 121. XXII. 11. 12.

Cleve N. D. I. 15.

Juhlin-Dannfelt. 34.

Die Form fand sich in der Beggiatoa-Vegetation vom weissen Grund des Kieler Bootshafens und überhaupt überall auf Schlick.

3. *Amphiprora decussata* Grun. (97.)

72—140 μ.

Kielpunkte zahlreich etwa 15 auf 10 μ.

Flügel sehr fein decussirt gestreift, dadurch von *alata* unterschieden.

Die Zwischenbänder deutlich quer zu ihren Trennungslinien gestreift, etwa 10 Striche auf 10 μ. (Fig. 109.)

Chromatophor schmal lineal mit ausgebuchteten Rändern, in der Mitte nicht eingezogen.

D. T. 333.

V. H. Syn. XXII. 13.

Cleve und Grunow Arct. D. 63.

Cleve N. D. I. 18.

Die Form war bei Boje C nicht selten und auch in Schlickproben von den verschiedensten Orten vertreten, z. B. Eckernförder Bucht.

4. *Amphiprora incisa* n. sp. (98.)

46 μ.

Charakter der Gattung.

Gürtelansicht in der Mitte stark eingezogen.

Schalen wie Kiel sehr zart und völlig durchsichtig ohne Zeichnung. (Fig. 110.)

[1]) Der obere Theil der Figur ist um fast 90° gegen die Ebene des Papieres gedreht und musste deshalb verzerrt gezeichnet werden. Da mit Rücksicht auf das Hervortreten des Chromatophors keine starke Schattirung angewandt werden durfte, so konnte der Sachverhalt nicht ohne weiteres veranschaulicht werden.

Ein Chromatophor, das allseitig stark eingeschnitten und gelappt ist und den Namen der Art begründet.

Zierliche kleine Form, die im August—September 1898 auf Schlickproben aus den verschiedensten Theilen der Flensburger Aussenföhrde in grosser Menge auftrat.

5. *Amphiprora Brebissoniana* Grev. (99.)

106 μ.

Charakter der Gattung.

Gürtelansicht in der Mitte stark eingeschnürt.

Striche der Schale radial verlaufend, 7—8 auf 10 μ, sie lassen den Kiel fast ganz frei und treten erst unmittelbar an der Raphe wieder auf. (Fig. 111.)

Das Chromatophor tief eingeschnitten, die Lappen mit den Rändern vielfach übereinandergreifend.

D. T. 341.

Cleve N. D. I. 17. I. 4.

Auf Schlick von Langballigau, 12 m tief. Flensburger Föhrde.

Juhlin-Dannfelt giebt ausserdem an als in der Ostsee gefunden:

Amphiprora duplex Donk = *alata* var.

? Amphiprora plicata Greg.

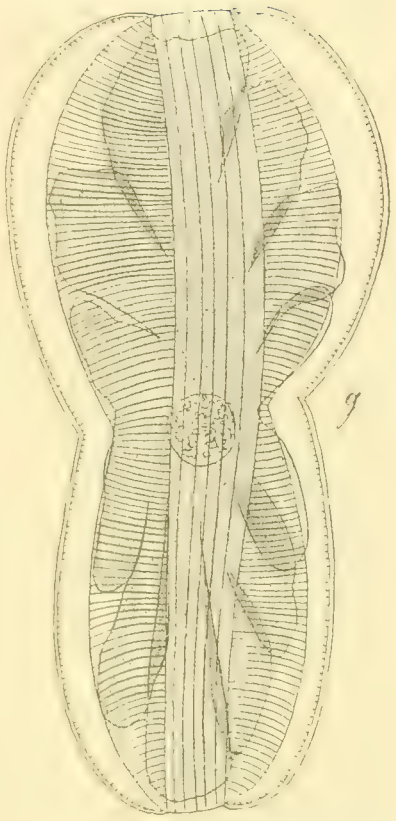


Fig. 111. *Amphiprora Brebissoniana* Grev. 1000 : 1.

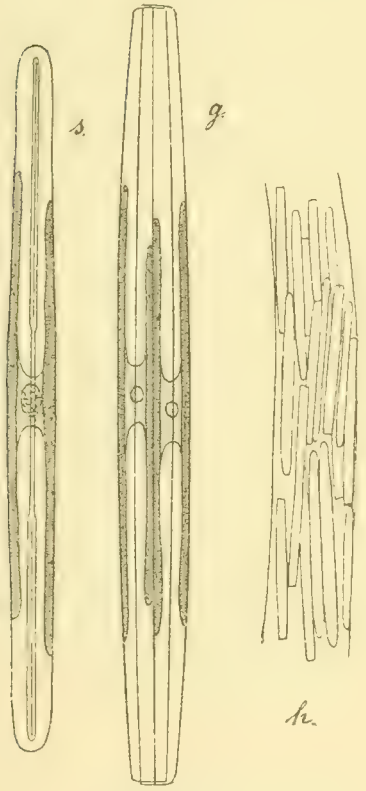


Fig. 112. *Amphipleura micans* Lyngb. 1000 : 1. h. 250 : 1.

Genus 18. *Amphipleura* Ktzg.

Mittelknoten zu einer Längsrippe entwickelt.

Zellen sonst *Navicula*-artig.

1. *Amphipleura micans* Lyngb. (100.)

(= *Berkeleya fragilis* Grun.)

90—100 : 6 μ.

Gürtelseite schmal lineal.

Schale lineal mit runden Enden.

Raphe median, in der Schalenmitte auf etwa $^1/_4$ der Gesammtlänge aussetzend und nur durch eine schmale dem Mittelknoten entsprechende Rippe angedeutet. Schalenzeichnung ausserordentlich fein, nach Cleve 32—36 Striche rechtwinkelig zur Raphe auf 10 μ. (Fig. 112.)

Ein Chromatophor einer Schale anliegend und über die beiden Gürtelseiten übergreifend, auf der Schalenseite wie auf beiden Gürtelseiten bis auf ein schmales Verbindungsstück eingeschnürt, so dass in jeder Zellhälfte vier, einander paarweise deckende lange Zipfel liegen. Auf jeder Gürtelseite ein Pyrenoïd in der Mitte des Verbindungsstückes.

Individuen in stets grosser Zahl in Gallertschläuchen eingeschlossen, welche die Oberfläche von *Zostera*-Blättern etc. gleichmässig überziehen.

D. T. 294.
V. H. Syn. 113. XVI. 11.
Cleve N. D. I. 126.
Juni 1898 bei Bellevue.

Juhlin-Dannfelt 35.: *Amphipleura pellucida* Ktzg. und *A. rigida* Ktzg.
Ausserdem: *Berkeleya rutilans* Grun. und *B. fennica* n. sp.

Genus 19. *Mastogloia* Thwait.

Zellen *Navicula*-artig. Zwischenband zwischen Schale und Gürtelband eingeschoben, mit einem dem Schalenrand mehr oder weniger parallel laufenden Septum.

Der durch das Septum abgetheilte Raum mit Querrippen gefächert.

1. *Mastogloia Smithii* Thw. (101.)

40—65 : 18—28 μ.

Gürtelansicht rechtwinkelig. Ecken abgerundet. Schale elliptisch. Raphe mit deutlichem Mittelknoten, auf der ganzen Länge von einem schmalen glatten Bande begleitet, das am Centralknoten wenig verbreitert ist. Die übrige Schale von radial verlaufenden Strichen, 16—18 auf 10 μ, eingenommen. Zwischenbänder bilden septirte Randstreifen mit kleinen quadratischen Kämmerchen. Unweit des Schalenendes hören sie auf. (Fig. 113.)

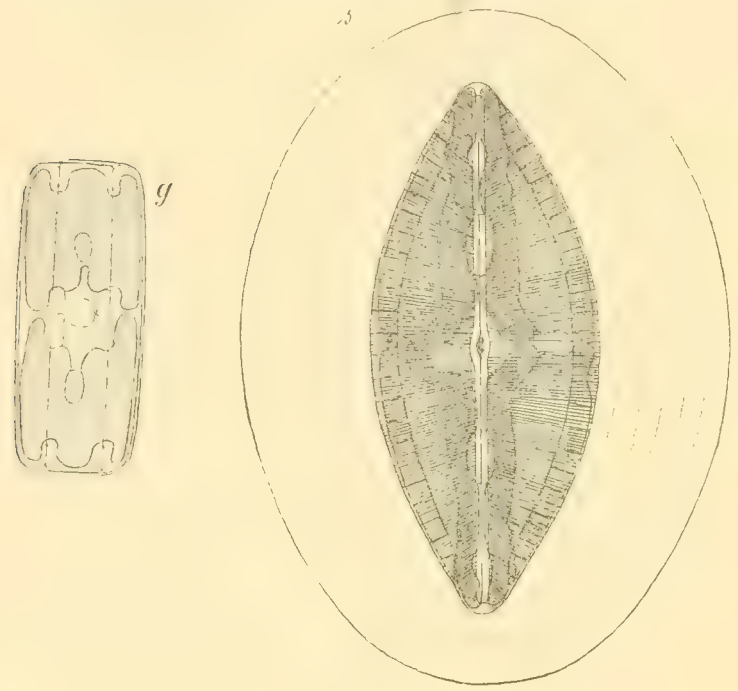


Fig. 113. *Mastogloia Smithii* Thw. 1000 : 1.

Zwei Chromatophoren sind vorhanden, welche beiderseits von dem die Zellmitte einnehmenden Zellkern bis ans Zellende reichen. In der Gürtelansicht scheinen die Chromatophoren lediglich dicke Platten zu sein, die um den Kern einen Ausschnitt frei lassen und deren jedes mit einem grossen Pyrenoïd in der Mitte versehen ist.

In der Schalenansicht dagegen zeigt sich, dass es in jedem Falle zwei den Gürtelseiten glatt anliegende, nach den Schalenseiten hin umgeschlagene und verbreiterte Platten sind, die in der Linie der Apicalaxe von dem Pyrenoïd zusammengehalten werden. Die auf die Schalenseite umgeschlagenen Ränder treffen in der Mittellinie der Schale fast gegen einander und sind hier direkt gegen die darüber (resp. darunter) liegende Schale aufgerichtet. Es würde ein Transapicalschnitt die Chromatophoren als vierstrahligen Stern zeigen müssen, dessen Arme den Gürtelseiten und damit abwechselnd den gegen die Schalen aufgerichteten Doppelrändern entsprächen. So ist hier ein Chromatophorentypus vorhanden, wie er in ähnlicher Weise bei vielen *Desmidiaceen: Closterium, Penium* etc. auftritt, nur dass die im Querschnitt resultirenden Sterne dort meist mehr Arme besitzen. cf. *C. Naegeli* Gattungen einzelliger Algen. Taf. VI. C. D. E.

Die einzelnen Zellen in Kultur zunächst frei beweglich, später mit einer deutlich koncentrisch geschichteten Gallerthülle meist in Schalenlage auf den Objektträgern festgeheftet.

D. T. 313
W. Sm. II. 65. LIV. 341.
V. H. Syn. 70. IV. 13.
Cleve. N. D. II. 152.

Frühjahr bis Herbst zwischen Sphacelarien oder auf Muscheln z. B. von Boje C, Mittelgrund, Breitgrund aus 5—15 m Tiefe. Im Sommer unbeweglich auf den Kulturgläsern festhaftend.

Juhlin-Dannfelt 15. 16. führt folgende Arten als in der Ostsee gefunden auf:
Mastogloia lanceolata Thw. mit var. *elliptica* u. *amphicephala*.
M. exigua Lewis.
M. Dansei Thw. mit var. *elliptica*.
M. Braunii Grun. und var. *pumila*.

Genus 20. *Cocconeis* Ehr.

Zellen im Umriss elliptisch-oval, flach; anderen Algen oder todtem Substrat mit der unteren Schale aufsitzend. Schalen verschiedenartig. Obere Schale gewölbt, nur mit Pseudoraphe versehen. Untere Schale mit medianer Raphe, Mittel- und Endknoten versehen. Zwischenband mit Rand-Septum vorhanden. Ein plattenförmiges Chromatophor der oberen Schale anliegend.

Auxosporenbildung von Lüders[1]) beobachtet. (Fig. 114.)

Zwei benachbarte *Cocconeis*-Zellen öffnen anschwellend ihre Schalen und lassen ihren gesammten Inhalt zu einer Auxospore zusammentreten. Diese als Typus III. zu bezeichnende Form der Auxosporenbildung ist charakterisirt durch die sexuelle Vereinigung zweier Mutterzellen in ihrer Gesammtheit. Einzelheiten der Kern- und Chromatophorenumwandlung sind nicht bekannt.

Diese höhere Stufe der Auxosporenbildung kommt nur einzelnen Endgliedern des grossen *Naviculeen*-Stammes zu und trennt die Gattung *Cocconeis* scharf von den *Achnantheen*, denen z. B. Schütt[2]) sie anreiht. Ich glaube in *Achnanthes* eine rudimentäre, in *Cocconeis* eine specifisch angepasste und daher reducirte Form sehen zu müssen.

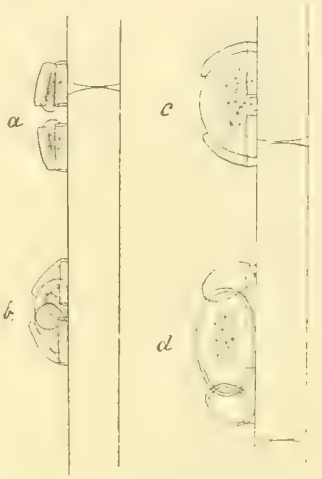


Fig. 114. Auxosporenbildung von *Cocconeis Pediculus* nach J. E. Lüders. 360 : 1.

1. *Cocconeis Scutellum* Ehr. (102.)

14—44 : 10—29 μ.

Gürtelansicht lineal.

Schalen oval, verschieden.

Obere Schale mit einer medianen Pseudoraphe. Punktreihen annähernd rechtwinkelig zur Raphe, concav gegen die Zellenden gekrümmt, 10 Reihen auf 10 μ, am Rande fast jede Reihe in zwei gespalten. (Fig. 115.)

Untere Schale mit echter Raphe, Centralknoten rundlich-oval. Striche rechtwinkelig zur Raphe, 12 auf 10 μ, fein geperlt. Zwischenband der unteren Schale aufliegend, am Rande rings gekammert.

Ein stellenweise durchlöchertes Chromatophor mit etwas seitlich verschobenem Pyrenoïd. Der Zellkern liegt symmetrisch zum Pyrenoïd.

D. T. 444.

W. Sm. I. 22. III. 34.

V. H. Syn. 132. XXIX. 2—4.

Cleve N. D. II. 170.

Juhlin-Dannfelt 14.

Ueberall auf grösseren Algen und zu jeder Jahreszeit.

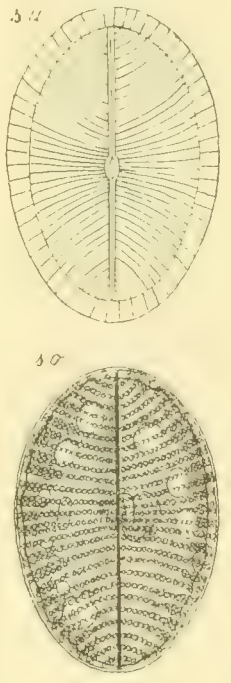


Fig. 115. *Cocconeis Scutellum* Ehr. 1000 : 1.

[1]) J. E. Lüders. Bot. Ztg. l. c. 59. II. 7. in Fig. 114. reproducirt.
[2]) In Engler-Prantl. l. c. 121.

2. *Cocconeis Placentula* Ehr. (103.)

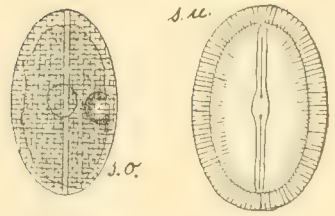


Fig. 116. *Cocconeis Placentula* Ehr. 1000 : 1.

Obere Schale mit Pseudoraphe und zwei Systemen einander etwa rechtwinkelig schneidender Reihen feiner Punkte. Untere Schale mit medianer geradliniger Raphe. Innerhalb des gefächerten Randseptums sehr fein radial gestreift, die Streifen bleiben jedoch auf den Schalenrand beschränkt. (Fig. 116.)

Ein plattenförmiges Chromatophor von unregelmässigem und etwas unbestimmtem Umriss.

D. T. 454.
V. H. Syn. 133. XXX. 26. 27.
Juhlin-Dannfelt. 14.
Ueberall häufig

3. *Cocconeis apiculata* A. S. (104.)

54 : 34 μ.

Schalen breit elliptisch mit ausgezogenen verjüngten Spitzen. Obere Schale mit Pseudoraphe, untere Schale mit medianer deutlicher Raphe. Schalenzeichnung besteht in beiden Fällen gleichmässig aus radial, auslaufenden grobpunktirten Strichen, 10 auf 10 μ. Randseptum sehr schmal, ungefächert, auf der Ansicht s. o. mitgezeichnet. (Fig. 117.)

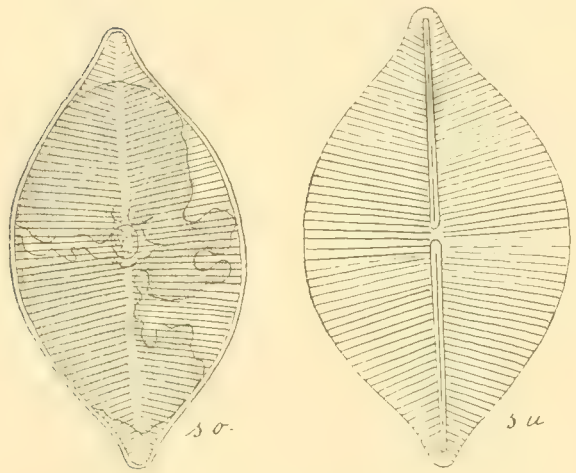


Fig. 117. *Cocconeis apiculata* A. S. 1000 : 1.

Ein Chromatophor flach ausgebreitet, durch tiefe, seitliche Ausbuchtungen in zwei grosse Lappen zerlegt.

Die einzige zum Vergleich heranzuziehende Form ist die genannte, bei A. S. Atlas Taf. 198, Fig. 31. 32. abgebildet.

Auf Schlick aus der Eckernförder Bucht, tiefe Rinne der Nordseite, 22 m.

Juhlin-Dannfelt giebt ausserdem an:
Cocconeis Pediculus Ehr.

In den Präparaten von J. E. Lüders ist noch enthalten:
Cocconeis diaphana W. Sm.

In den bisher betrachteten Formen der Naviculeen war entweder eine völlige Symmetrie der Zellen vorhanden, oder aber es zeigte sich eine Asymmetrie hinsichtlich der Schalenseiten. In den folgenden Fällen dagegen werden wir eine Asymmetrie hinsichtlich der Gürtelseiten zu konstatiren haben. Auch hier soll die Anordnung von einfachen zu verwickelteren Formen aufsteigen. Die Berührungspunkte der Gruppe mit den Naviculeen sind zwar mannigfach, doch soll entsprechend dem Vorgange von Pfitzer und Schütt die Bezeichnung der Cymbelleen angewandt werden.

V. Cymbelleen.

Die Zellen werden durch die Valvarebene und die Transapicalebene in symmetrische, durch die Apicalebene in asymmetrische Theile zerlegt. Im einfachsten Falle ist nur der Plasmakörper asymmetrisch zur Apicalebene orientirt, die Schalen symmetrisch, in der Regel dagegen bezieht sich diese Asymmetrie auf Schalen wie auf Plasmabau.

Raphe wohl bei allen Formen wohlentwickelt, aber nur bei einer Gattung median und geradlinig, sonst meist nach der Ventralseite verschoben, excentrisch, geknickt, gekielt etc.

Chromatophoren in der Regel eine Platte, deren Anordnung und Form wechselt.

Auxosporenbildung meist nach Typus II.

Genus 21. *Brebissonia* Grun.

Zellen *Navicula*-artig, bis auf die Anordnung des Chromatophors. Centrale Plasmamasse enthält den Kern in einer zum grossen Pyrenoïd symmetrischen Lage.

Ein Chromatophor, einer Gürtelseite angelagert, trägt hier ein grosses weit ins Zelllumen vorspringendes Pyrenoïd. Das Chromatophor schlägt sich von der erwähnten Gürtelseite aus beiderseits über die Schalen hinweg bis auf die andere Gürtelseite um. An der Pyrenoïd-führenden Stelle ist das Chromatophor stets etwas von der Schale entfernt und meist bis auf das Pyrenoïd selbst eingeschnitten; ebensolche Einschnitte finden sich auf beiden Schalenseiten. So besteht also das Chromatophor beiderseits der Zellmitte aus je vier langen Lappen, die sich in Schalen- wie in Gürtelansicht paarweise decken und die durch drei schmale Brücken zusammengehalten werden.

Auxosporenbildung [1]) folgt völlig dem Typus II

1. *Brebissonia Boeckii* (Ktzg.) Grun. (105.)

59 100 22 25 μ

Gürtelseite lanzettlich. Schale lanzettlich-elliptisch. Raphe median, gerade, von glattem Streif begleitet, der an den Endknoten erheblich verbreitert ist, am Mittelknoten oft verschmälert wird, oft unverändert bleibt. Schalenzeichnung besteht aus fein geperlten Rippen, die rechtwinkelig zur Raphe orientirt sind, an den Zellenden etwas radial verlaufen.

Lange Gallertstiele umfassen die Zellen am Endknoten, dort wo die Schalen glatt sind, und umschliessen die Zellspitze. Dicht am Rand der Schale gegen das Gürtelband am äussersten Zellende ist ein feiner Porus vorhanden, aus dem die Gallertabscheidung erfolgt.

Ein Chromatophor dem Gattungstypus entsprechend.

Auxosporen zwei aus zwei Mutterzellen durch wechselseitige Verschmelzung der neugebildeten Tochterzellen in einer die Schalen mit umschliessenden dichten Gallerthülle.

D. T. 311.
W. Sm. I. 77. XXIV. 223.
Cleve N. D. I. 125.
Juhlin-Dannfelt 35.

Die Form bildet sammetartig dichte Rasen auf allen *Zostera*-Blättern an der Swentinemündung bis zum Pulverschuppen, weniger häufig bei Bellevue etc. Mit Beendigung der Auxosporenbildung fällt die ganze Masse ab, wird fortgeschwemmt und die *Zostera*-Blätter sind wieder grün und von dem Epiphyten befreit.

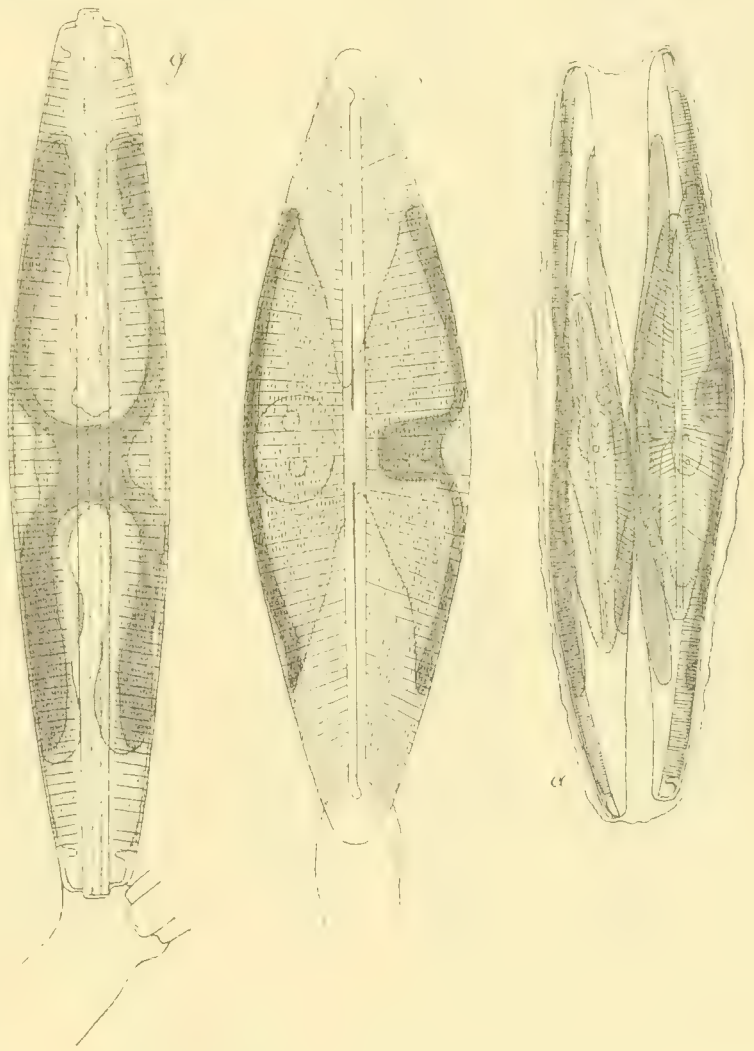


Fig. 118. *Brebissonia Boeckii* Grun. 1000 : 1. a. 500 : 1.

[1]) cf. G. Karsten. Diatomeen II. 37, daselbst weitere Litteratur.

2. *Brebissonia staurophora* n. sp. (106)

40—65 : 10—15 μ.

Gürtelseite in der Mitte etwas eingezogen, Längsstreifen auf den Gürtelbändern von Zwischenbändern herrührend. Schalen elliptisch, vor den stark abgerundeten Enden wenig ausgeschweift. Raphe geradlinig, Endknoten rundlich, Mittelknoten lanzettlich. Striche rechtwinkelig zur Raphe, bis an diese hinanreichend, nur an den Enden etwas radial, 15 auf 10 μ. In der Mitte fallen zwei Striche aus; sie sind nur am Schalenrande angedeutet. So entsteht eine Art Stauros. (Fig. 119.)

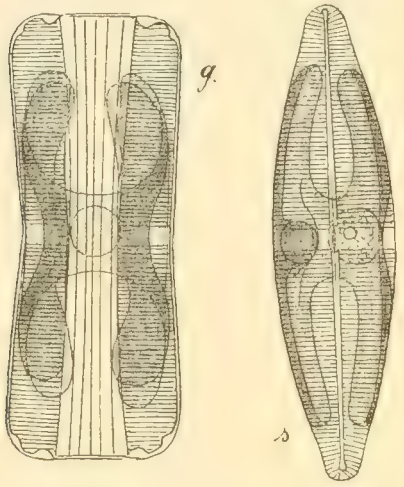


Fig. 119. *Brebissonia staurophora* n. sp. 1000 : 1.

Ein Chromatophor. Dieses liegt einer Gürtelseite an und führt hier ein grosses Pyrenoïd. Das Chromatophor greift über beide Schalen bis auf die andere Gürtelseite über. Es ist durch drei, immer von beiden Zellenden gleichmässig und tief einschneidende Ausrandungen in je vier Zipfel zertheilt, die in der Mitte durch schmale Bändchen zusammengehalten werden. So geht über beide Schalen wie über die eine Gürtelseite ein derartiges Mittelband (im letzteren Falle Pyrenoïdführend), die andere Gürtelseite zeigt die freien Ränder des Chromatophors; also ganz dem Gattungscharakter gemäss.[1])

Die Form wurde Anfang März 1898 in einem sonst sehr armen Planktonzug aus dem Hafen gefunden und hielt sich in Kultur. Der völlig übereinstimmende Bau des Plasmakörpers, insbesondere des Chromatophors, veranlasste mich, sie zu *Brebissonia* zu ziehen.

Genus 22. *Epithemia* Breb.

Schalenansicht bogenförmig, durch die excentrische, stark geknickte, niemals gekielte Raphe in zwei ganz asymmetrische Theile zerlegt. Raphe ventral, d. h. gegen die der Unterlage zugekehrte Seite verschoben. Vermuthlich eine echte Raphe[2]), Mittel- und Endknoten undeutlich. Gürtelansichten ungleich. Ventrale Gürtelseite viel schmäler oder richtiger gesagt kürzer als die dorsale. Gürtelbänder komplex.[3])

Schalenstruktur: Perlreihen d. h. Areolen innerhalb der Zellwand[4]), die zwischen den inneren, als Septen ausgebildeten Rippen verlaufen.

Ein Chromatophor, der schmäleren, ventralen Gürtelseite anliegend, mit mannigfach und unregelmässig ausgezackten Rändern.

Auxosporenbildung nach Typus II, doch ist die Wachsthumsrichtung der Auxosporen der Pervalvaraxe der Mutterzellen parallel.

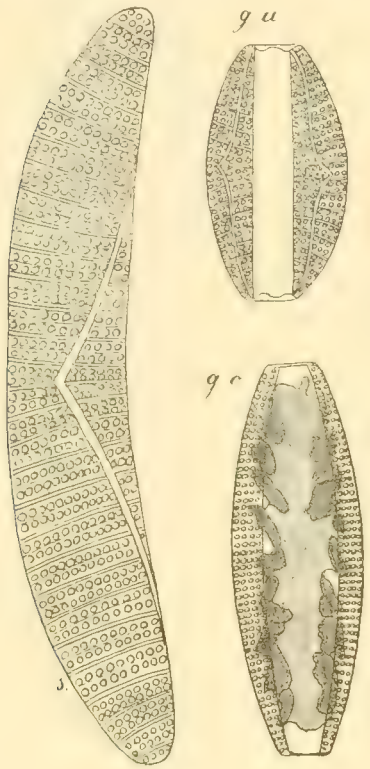


Fig. 120. *Epithemia turgida* Ktzg. s. 1000 : 1. g. u. g. o. 500 : 1.

1. *Epithemia turgida* (Ehr.) Ktzg. var. *Westermanni* Ktzg. (107.)

64—160 : 16 μ.

Charakter der Gattung. Ventrale Gürtelseite dem Substrat anhaftend. (Fig. 120.)

Schalen gebogen, der Länge nach mit einer geknickten Raphe versehen. Annähernd rechtwinkelig zur Raphe auf der Schaleninnenseite als Septen vortretende Rippen, 3—4 auf 10 μ; zwischen den Rippen je zwei Perlreihen, etwa 7 auf 10 μ.

Ein Chromatophor, dem Charakter der Gattung entsprechend.

[1]) Cleve N. D. I. 70. *Pseudamphiprora* vielleicht z. T. hierher zu ziehen?
[2]) cf. O. Müller. XII. *Rhopalodia* etc. l. c. 54.
[3]) cf. O. Müller. VI. Zwischenbänder etc. l. c. 308.
[4]) cf. O. Müller. XVII. Kammern und Poren l. c. 399.

D. T. 777.
W. Sm. I. 12. I. 2.
V. H. Syn. 138. XXXI. 8.
Juhlin-Dannfelt. 17.
Auf *Chaetopteris, Polysiphonien* etc. Boje C, Mittelgrund, Breitgrund. April bis September häufig.
J. E. Lüders Präparate zeigen ausserdem *Epithemia Zebra* Ktzg.
Juhlin-Dannfelt. 17. 18. giebt an:
Epithemia Zebra Ktzg. mit verschiedenen Variationen.
E. Argus Ktzg.
E intermedia Hilse.
E. Sorex Ktzg.

Genus 23. *Rhopalodia* O. Müller[1]).

„Von den *Epithemien* verschieden durch die in der Richtung der Apicalaxe auf einem Kiel verlaufende Raphe, die deutlich entwickelten Knoten, die feinere Struktur der Membran und die bis zur Asymmetrie fortschreitende Ausgestaltung der Theca." Die Raphe „ist mehr oder weniger dorsal verschoben und bildet stets den Umriss der Pleuraseite (deren Kanten)"[2]).

Chromatophoren wie bei *Epithemia.*

Auxosporenbildung verläuft genau wie bei *Epithemia* nach Typus II. Auch hier ist die Wachsthumsrichtung der jungen Auxosporen der Richtung der Pervalvaraxen in den Mutterzellen parallel. Da die Schalen der Mutterzellen von der die Auxosporen umhüllenden Gallertmasse in ihrer ursprünglichen Lage festgehalten werden, ist diese Thatsache hier sehr leicht zu konstatiren. Genauere Darstellung der Auxosporenbildung von *Rhopalodia* bei H. Klebahn. Beiträge zur Kenntniss der Auxosporenbildung I. *Rhopalodia gibba* O. Müller. Pringsheim's Jahrb. XXIX. 595.

1. *Rhopalodia gibberula* (Ktzg.) O. Müller. (108.)

30—95 : 10—16 μ.

Gürtelseiten ungleich, die schmälere dem Substrat angeschmiegt. Gürtelbänder komplex.

Schalen mehr oder weniger gebogen. Raphe klammerförmig, gekielt. Vier radiale Rippen und 16 Perlreihen auf 10 μ.

Ein Chromatophor der schmäleren, besser: kürzeren, Gürtelseite anliegend mit ausgezackten Lappen auf die breitere übergreifend. (Fig. 121.)

Auxosporenbildung durch wechselweis paarige Vereinigung der aus zwei nebeneinander liegenden Mutterzellen hervorgehenden vier Tochterzellen. Streckung der Auxosporen rechtwinkelig zur Lage der Mutterindividuen. Perizonium quergeringelt.

D. T. 786.
V. H. Treat. 297. XXX. 825.
Juhlin-Dannfelt 18.
O. Müller in litt.

Die Form ist auf *Florideen, Sphacelarien, Fucus,* Muschelschalen etc. sehr häufig. Sie trat Anfang Juni 1897 in Kulturen von Boje C massenhaft auf und zeigte Ende August lebhafte Auxosporenbildung.

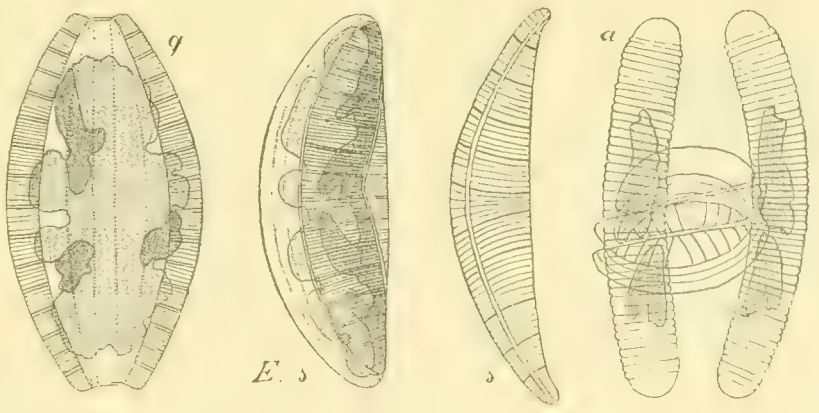


Fig. 121. *Rhopalodia gibberula* O. Müller. 1000 : 1. a. 500 : 1.

[1]) Bei Bearbeitung der Gattungen *Epithemia* und *Rhopalodia* hatte ich mich der freundlichen Unterstützung des Herrn Dr. O. Müller zu erfreuen, dem ich dafür auch hier meinen besten Dank aussprechen möchte.

[2]) O. Müller. *Rhopalodia* etc. l. c. 58.

2. *Rhopalodia gibberula* var. *constricta* O. Müller. (109.)

100—120 : 24 μ.

Gürtelseiten ungleich, in der Mitte stark eingeschnürt.

Schalen gebogen, mit gekielter, klammerförmiger Raphe. Rippen etwas radial, 4 auf 10 μ. Perlreihen mindestens vier zwischen je zwei Rippen, 15—16 auf 10 μ. (Fig. 122.)

Ein Chromatophor auf der schmalen Gürtelseite, mit den geschlitzten Rändern auf die andere übergreifend.

Auxosporenbildung wie bei *Rh. gibberula*.

In Kulturen von Boje C, Sommer 1897, zwischen *Rh. gibberula* doch minder häufig.

O. Müller in litt.

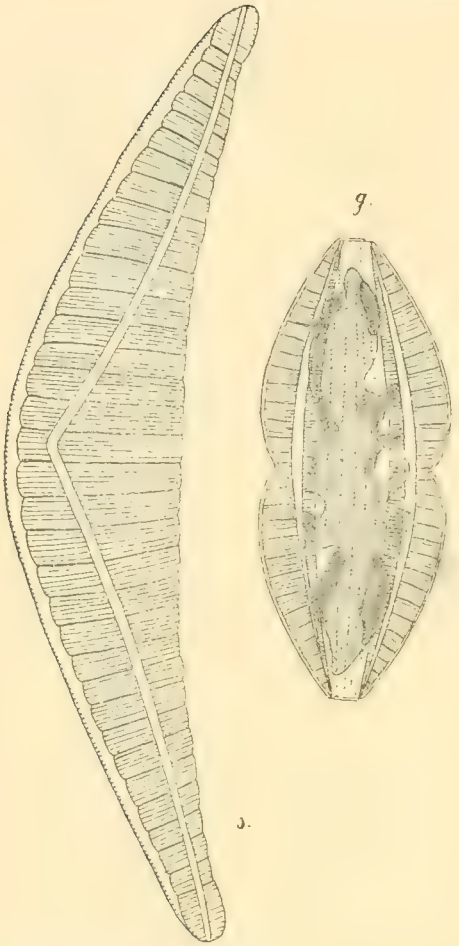


Fig. 122. *Rhopalodia gibberula* var. *constricta* O. Müller. s. 1000 : 1. g. 500 : 1.

O. Müller in litt.: *(Epithemia) Rhopalodia gibberula* (Ktzg.) O. Müller incl. var. *constricta*.

„Ich glaubte bei meinem letzten Schreiben, dass *E. Musculus* und *gibberula* durch Uebergangsformen eng verbunden sind. Nachdem ich aber mein Material vom Kilimandscharo untersucht habe, muss ich sie scharf trennen. Die Pleuraseiten von *Rh. Musculus* sind stets ausgesprochen constrict, eine var. *constricta* giebt es daher nicht. Die Pleuraseiten von *Rh. gibberula* sind, je länger die Formen sind, um so weniger constrict, ja theilweise völlig gerade in der Umgebung des Centralknotens, — je kürzer und breiter aber, je mehr sie sich also *Rh. Musculus* nähern, um so deutlicher wird die Einziehung der Kanalraphe beim Centralknoten." — „Inzwischen habe ich durch Wenden von *E. gibberula typica* in Styrax feststellen können, dass auch diese Form eine schwach winkelig gebrochene Raphe hat." — „Jedenfalls gehören *Musculus* und *gibberula* zu *Rhopalodia*, wohin auch die feinere Schalenstruktur deutet."

„Ihre Form nun halte ich für *Rh. gibberula*, ähnlich der var. *protracta*, aber die starke Einziehung der Pleuraseite würde mit dem, was ich bisher gesehen, nicht stimmen. Vielleicht könnte man vorläufig sagen *Rh. gibberula* var. *constricta*."

3. *Rhopalodia Musculus* (Ktzg.) O. Müller. (110.)

30—40 : 12 μ.

Gürtelseiten rundlich oval, in der Mitte mehr oder weniger stark eingeschnürt. Unter einander ungleich; die ventrale sehr schmal, die dorsale breit und sehr convex. Schale gekrümmt, kurz und breit. Raphe winkelig gebrochen und gekielt, Mittelknoten — wie schon V. H. Syn. bemerkt — deutlich. Rippen radial, 4 auf 10 μ, Perlreihen je vier zwischen den Rippen, 15 auf 10 μ. (Fig. 123

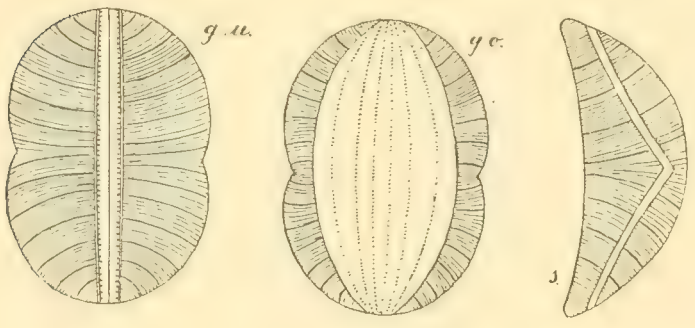


Fig. 123. *Rhopalodia Musculus* O. Müller. 1000 : 1

Ein Chromatophor, das wie bei den anderen Formen der schmalen Gürtelseite anliegt und mit den Randlappen auf die andere Gürtelseite übergreift.

Die Form wird ebenfalls nicht selten sein, ist mir aber in minderem Maasse bekannt geworden. Einzelne sehr kleine Exemplare in Kultur von Boje C, Sommer 1897. Die Zeichnungen sind nach typischen Exemplaren von Laboe entworfen; das Präparat verdanke ich der Güte des Herrn Dr. O. Müller.

D. T. 785.

W. Sm. I. 14. I. 10.

V. H Syn. 140. XXXII 14. 15.
Juhlin-Dannfelt. 18
O. Müller in litt.

O. Müller in litt.: *(Epithemia) Rhopalodia Musculus* (Ktzg.) O. Müller.

„Inzwischen hat mir die geschwungene und offenbar gekielte Kanalraphe von *E. Musculus* keine Ruhe gelassen und ich habe in einer Aufsammlung von Husum genügende Mengen kleinerer und grösserer *E. Musculus* gefunden, um die Form untersuchen zu können. Ich bin hiernach zu der Ansicht gelangt, dass *E. Musculus* und var. *constricta* bezw. *E. constricta*, ein und dieselbe Form ist, d. h. dass die Pleuraseite von *E. Musculus* stets „constrict" ist. Dieses Verhalten von *E. Musculus* ist den Beobachtern desshalb entgangen, weil *E. Musculus* nur selten auf der Pleuraseite liegt, die ventrale Pleura ist zu schmal und die dorsale zu convex. Man muss das Ding rollen, um sich zu überzeugen, dass in der That alle Individuen, deren Valvarseite *E. Musculus* genau gleicht, constrict sind".

„Mir ist dies besonders interessant, weil die Raphe winklig gebrochen ist und dennoch auf einer dachartigen Zuschärfung verläuft, also gekielt ist. Natürlich muss ich jetzt die Form zu *Rhopalodia* ziehen. Leider kann man sie nicht *constricta* nennen, da Kützing's *E. Musculus* die ältere ist, sie muss also *Rhopalodia Musculus* heissen".

4. *Rhopalodia Gibba* (Ehr.) O. Müller var. (III.)

50 : 70 : 12 : 13 μ

Gürtelseiten verschieden, schmale Gürtelseite dem Substrat angeschmiegt.

Schalen gebogen, in der Mitte etwas angeschwollen der *Rh. ventricosa* ähnlich. Raphe gekielt.

Mehr oder weniger radial verlaufende Rippen, 6 auf 10 μ. Je zwei kleine Perlreihen zwischen den Rippen. (Fig. 124.)

Ein Chromatophor liegt der schmäleren Gürtelseite an und greift mit den zerschlitzten Rändern auf die breitere Gürtelseite über. Pyrenoïde fehlen. Dadurch ist die Form von *Rh. Gibba typica* und *Rh. ventricosa* unterschieden. cf. H. Klebahn. l. c.

D. T. 780.

V. H. Syn. 139. XXXII. 1. 2.

Die Form trat im Hochsommer 1897 in einer von Boje C stammenden Kultur, in der sich Muscheln und Steine mit *Chaetopteris* und *Sphacelaria* befanden, reichlich auf.

Juhlin-Dannfelt giebt noch an:

(Epithemia) Rhopalodia gibba, var. *genuina* und var. *ventricosa*.

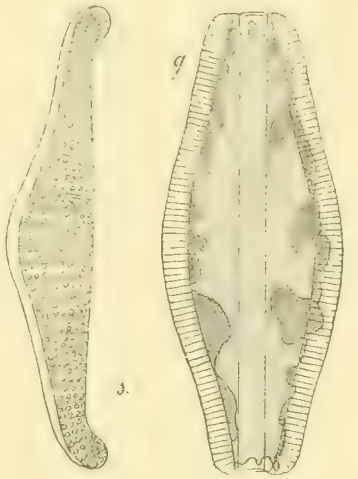


Fig. 124. *Rhopalodia Gibba* O. Müller. 1000 : 1.

Genus 24. *Amphora* Ehr.

Schalen cymbelförmig, durch die meist gekrümmte und stets ventral verschobene, also excentrische Raphe in zwei sehr ungleiche Theile zerlegt, deren Schalenstruktur in der Regel verschieden ist. Die Pervalvaraxe und die Apicalaxe sind gekrümmt. Raphe mit wohl ausgebildetem Mittel- meist auch Endknoten; aber niemals gekielt.

Gürtelseiten stets verschieden; die dem Substrat zugewandte, untere, kürzer als die dorsale oder obere. Bei der starken ventralen Verschiebung der Raphe, ist dieser Bewegungsapparat auf beiden Schalen aller Amphoraarten dem Substrat zugekehrt.

Zwischenbänder sehr oft vorhanden, also Gürtelbänder einfach oder complex.

Der von Plasma umgebene Zellkern liegt stets im Centrum der Zelle (Schnittpunkt der beiden Diagonalen).

Chromatophoren vielfach eine Platte, der unteren Gürtelseite anliegend und über die Schalen bis auf die obere Gürtelseite übergreifend. Diese Platte ist dann mannigfaltig eingeschnitten, meist in der Art, dass gekreuzte Buchten an den Zellenden und in der Zellmitte vom Rande eindringen, und vier Lappen resultiren, die allein noch die obere Gürtelseite erreichen. Bei anderen Gruppen der grossen Gattung finden sich aber auch sehr abweichende Chromatophoren-Formen und Anordnungen.

Cleve erhebt das einfache oder complexe Gürtelband zum obersten Eintheilungsgrundsatz und man kann ihm darin beipflichten. Dann theilt er je nach der Schalenstruktur weiter ein. So bequem und handlich ein solches künstliches System für Bestimmungszwecke sein mag, namentlich solange der plasmatische Bau noch wenig bekannt ist, so muss doch auf die Gefahr hin, durch spätere umfassendere Untersuchungen irriger Wege überführt zu werden, der Versuch, eine natürlichere Grundlage zu finden, gemacht werden.

a) Gürtelbänder einfach.

1. ein der kürzeren unteren Gürtelseite anliegendes Chromatophor mit mehr oder weniger umgeschlagenen Rändern. *I. Amphorae propriae.*

2. zwei oder mehr Chromatophoren. *II. Amphorae angustae.*

b) Gürtelbänder komplex.

1. ein Chromatophor wie bei Untergattung I. *III. Amphorae complexae.*

2. zwei oder mehr Chromatophoren. *IV. Amphorae lineolatae.*

Die Auxosporenbildung geht bei allen darin betroffenen *Amphora*-Arten nach Typus II vor sich. Es verschmelzen also die aus den beiden Mutterzellen entstehenden vier Tochterzellen wechselseitig paarweise. Die Auxosporen nehmen auch hier eine der Pervalvaraxe der Mutterzellen parallele Wachsthumsrichtung an, ebenso wie bei *Epithemia* und *Rhopalodia*.

Untergattung 1. *Amphorae propriae.*

Gürtelbänder einfach.
Chromatophor eines, der kürzeren Gürtelseite anliegend.

1. *Amphora ovalis* Ktzg. [var. *viridis* n. var.] (112.)

60—80 : 15—20 μ.[1])

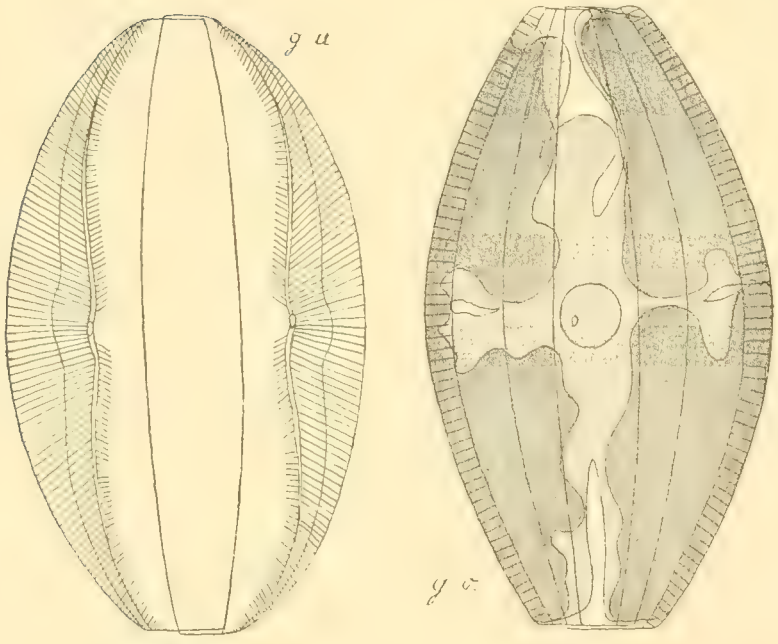


Fig. 125 *Amphora ovalis* [var. *viridis*.] 1000 : 1.

Gürtelansicht elliptisch. Enden stumpf abgeschnitten. Schalen halbmondförmig.

Raphe excentrisch, geschweift mit disdinktem ovalem Centralknoten.

Ventralseite schmal, mit kurzen Strichen, welche am Centralknoten einen freien Raum lassen, dann beiderseits divergirend einsetzen und an den Schalenenden convergent werden.

Dorsalseite 2—3 Mal so breit, ohne glatten Raum, mit Punktstrichen, die nach beiden Enden mehr und mehr divergiren, 10 Striche auf 10 μ. Die Mitte der Dorsalseite von einer der Raphe gleichsinnig verlaufenden, doch etwas mehr gebogenen Linie dem ganzen Verlaufe nach durchzogen. Diese Bogenlinie unterscheidet die Form von *A. ovalis typica*. (Fig. 125.)

Ein Chromatophor der kürzeren, ventralen Gürtelseite anliegend und auf die dorsale mit den durch kreuzweis liegende Einschnitte gebildeten vier Lappen hinübergreifend. Farbe dunkel olivgrün.

[1]) Die Maassangaben bei *Amphora* geben die an der unteren Gürtelseite gemessene Schalenlänge zur grössten Breite einer Schale an, es sei denn anders bemerkt.

D. T. 411.
V. H. Syn. 59. I. 1.
Juhlin-Dannfelt. 19. *Amphora ovalis* Ktzg.
März bis Oktober im Küstensand bei Korügen, Neumühlen etc. häufig.

Amphora ovalis [var. *libyca* Ehr.] (113.)

Ein glatter Fleck auf der Dorsalseite über dem Mittelknoten ist charakteristisch für diese Form. Meine Exemplare zeigten ausserdem die Striche auf der Ventralseite durch eine glatte Binde gekreuzt. (Fig. 126.)
Im übrigen mit der vorigen Form übereinstimmend.
Cleve N. D. II. 104.
Auf Küstensand von verschiedenen Orten der Föhrde.

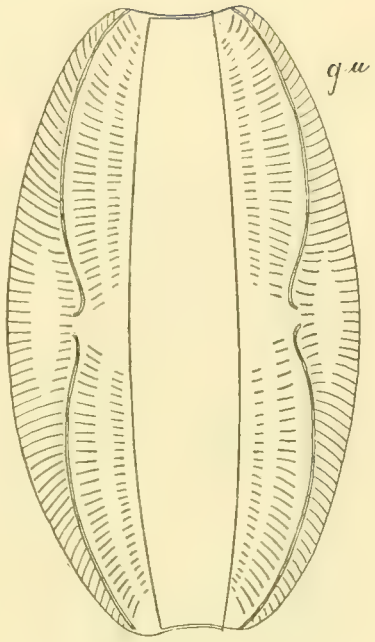


Fig. 126. *Amphora ovalis* var. *libyca*. Ehr. 1000 1.

2. *Amphora cymbelloïdes* Grun. (114.)

16—40 : 4—8 μ.

Gürtelansicht schmal, ohne Grenzlinien.
Schalenseite cymbelförmig. Raphe sehr wenig gebogen, Centralknoten etwas verbreitert. Sehr feine gegen die Raphe rechtwinkelig gerichtete Striche sind mit Mühe zu erkennen, nach Cleve 29 auf 10 μ. (Fig. 127.)
Ein Chromatophor liegt der kürzeren Gürtelseite an und greift mit den Rändern auf die andere Gürtelseite über. Auxosporenbildung nach Typus II d. h. zwei Tochterzellen durch wechselseitige Copulation der gerade getheilten beiden Mutterindividuen. Richtung der Tochterindividuen um 90° gegen die der Mutterschalen gedreht.
D. T. 399.
Grunow in A. S. Atlas XXVI. 65. 66 als *A. angusta* var. *minuta*.
Cleve N. D. II. 136.
Die Form war in einer Kultur, die dem Küstensand von Korügen entstammte, häufig. Sie bildete hier eine Art Kamhaut, indem die Individuen an der Wasseroberfläche schwimmend erhalten blieben durch Adhäsion der Luft an ihren Schalen.
In dieser Lage fand Auxosporenbildung reichlich statt. Mai—Juni 1897.

Fig. 127. *Amphora cymbelloïdes* Grun [1]. 1000 : 1.

3. *Amphora robusta* Greg. var. (115.)

100 : 22 μ.

Gürtelbänder ohne Trennungslinien, sehr schmal.
Dorsaler Schalentheil sehr breit mit grob punktirten Strichen rechtwinkelig zur Längsausdehnung der Schale, 8—9 auf 10 μ. Dicht am Rande gegen das obere Gürtelband hin verläuft ein breites glattes Band, das die Länge der ganzen Schale einnimmt, gegen die Enden hin sich jedoch verschmälert. Dieses Band fehlt bei *A. robusta typica*. (Fig. 128.)
Jenseit des glatten Bandes dorsale Streifung: 9—10 punktirte Striche, ventrale 7—8 ebensolche auf 10 μ. Beide Strichsysteme mehr oder weniger radial verlaufend.
Raphe leicht geschwungen. Am Centralknoten bleibt ein auf ventraler Seite verbreiterter glatter Stauros. Die ventrale Streifung wird annähernd in der Mitte von

[1]) Die Gürtelansicht ist versehentlich hier mit dem Buchstaben s bezeichnet.

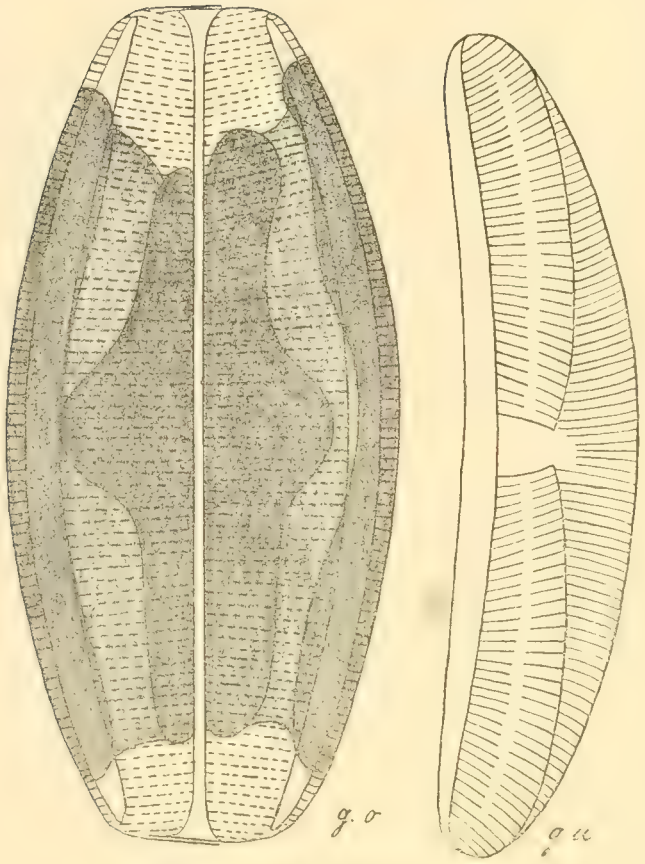


Fig. 128. *Amphora robusta* Greg.[1]) 1000 : 1.

einem schmalen, der Raphe parallel laufenden glatten Bande, welches das Schalenende nicht ganz erreicht, geschnitten.

Ein Chromatophor liegt der unteren Gürtelseite an und greift mit den Rändern auf die obere über.

D. T. 403
A. S. Atlas XXVII. 39—41.
Cleve N. D II. 103.
V. H. Treat. 129. XXIV. 670.
Juhlin-Dannfelt 20. *A. robusta* Greg. und var. *minor*.

Auf Schlick von der Eckernförder Bucht, 18 m Tiefe. Juni—August 1898.

4. *Amphora Proteus* Greg. (116.)

61 : 8 μ.

Gürtelseiten verschieden, nicht complex. Obere länger als die untere.

Schalen halbmondförmig. Raphe annähernd median, geschweift. Rückenseite der Schale mit Strichen schräg zur Raphe versehen, 11 auf 10 μ; sie bilden einen gegen die Zellenden hin offenen, spitzen Winkel mit der Raphe.

Auf der Bauchseite ein glattes Band, dann eine schmale Reihe von Strichen in Richtung der Rückenstriche; beim Mittelknoten bleibt ein glatter Raum. (Fig. 129.)

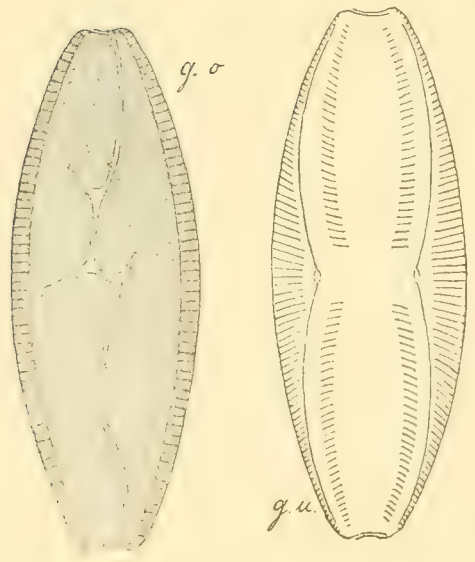


Fig. 129. *Amphora Proteus* Greg. 1000 : 1.

Ein Chromatophor liegt der unteren Gürtelseite an und greift mit den wenig, aber unregelmässig eingeschnittenen Rändern bis zum Zusammenschluss auf die obere Gürtelseite über; bei Individuen, die sich zur Theilung anschicken, klaffen die Ränder weit von einander.

D. T. 403.
Gregory. D. of Clyde 518. XIII. 81.
Cleve N. D. II. 103 und Fig. pg. 101.
V. H. Treat. 129. XXIV. 671.

Die Form fand sich zahlreich auf Schlick z. B. Boje D, 18 m. Mai 1898. Eckernförder Bucht Juni—August.

5. *Amphora Pusio* Cl. (117.)

24 μ.

Sehr kleine Form. Gürtelband ohne Trennungslinien. Schale halbmondförmig, stumpf. Raphe leicht doppelt geschwungen. Striche beiderseits der Raphe deutlich, etwa 15 auf 10 μ. (Fig. 130.)

[1]) Das in g. o. abgebildete Individuum in Theilung begriffen, die Rücken an Rücken gebildeten Schalen sind völlig gerade angelegt, ihre Struktur ist durch die darüber liegende ältere Schale verdeckt.

Ein Chromatophor liegt der unteren Gürtelseite an und greift mit vier breiten Zipfeln auf die obere Gürtelseite über.

Auxosporen mit gewelltem Perizonium nach Typus II gebildet; Wachsthumsrichtung der Auxosporen liegt der Pervalvaraxe der Mutterzellen parallel gerichtet.

Cleve N. D. II. 102.

V. H. Treat. 128. XXXV. 906.

Auf Schlick, Eckernförder Bucht, 22 m tief, Juli 1898.

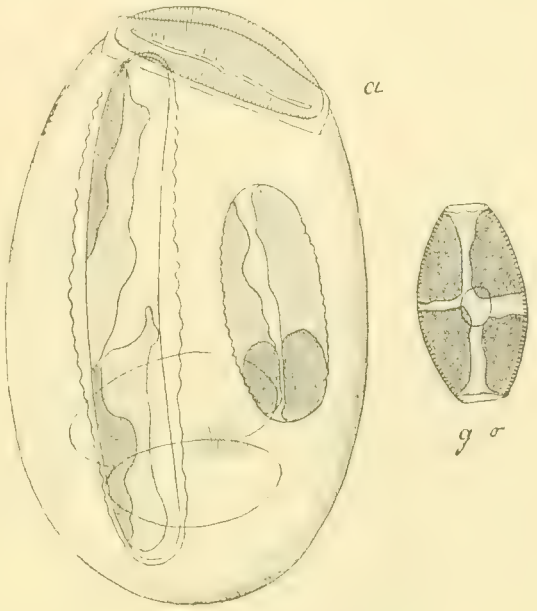


Fig. 130. *Amphora Pusio* Cleve. 1000 : 1.

Untergattung 2. *Amphorae angustae.*

Gürtelbänder einfach.

Zwei oder mehr Chromatophoren.

6. *Amphora angusta* (Greg.) Cl. *typica.* (118.)

60—86 : 10—12. μ.

[Subgenus *Cymbamphora* Cl. N. D. 134.]

Schmale lange Form mit verjüngten Enden in der nicht komplexen Pleuraansicht. Schalenende zugespitzt. Raphe excentrisch, gerade. Die schmale Ventralseite führt kurze Striche rechtwinkelig zur Raphe gerichtet ohne Unterbrechung, jedoch die Raphe nicht völlig erreichend. Breitere Dorsalseite zeigt einen breiten glatten Raum nächst der Raphe, welcher nach den Schalenenden hin sich verschmälert. Striche 15—18 auf 10 μ, gegen den äusseren Schalenumfang rechtwinkelig gerichtet. (Fig. 131.)

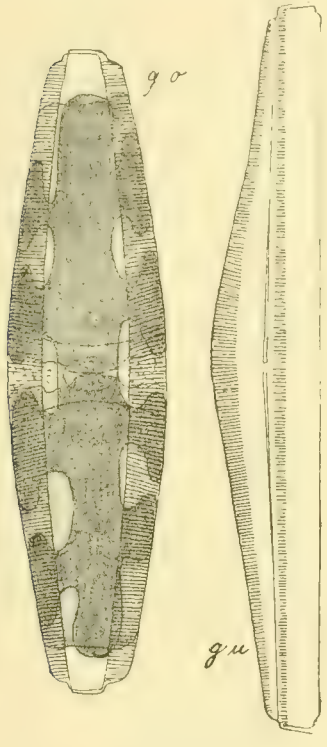


Fig. 131. *Amphora angusta* Cl. 1000 : 1.

Chromatophoren: zwei ausgezackte Platten den beiden Gürtelseiten anliegend. cf. Holzschnitt bei Cleve l. c. 134.

D. T. 408.

Cleve N. D. II. 134. 135.

V. H. Treat 130. XXIV. 674

Juhlin-Dannfelt 19. *A. angusta, forma minuta.*

Form des flachen Küstensandes, im September und Oktober 1897 bei Korügen und Neumühlen nicht selten, zeigt in der Kultur sehr lebhafte Bewegung. Mai—August 1898 auf Schlick ziemlich häufig.

Untergattung 3. *Amphorae complexae.*

Gürtelbänder complex.

Ein Chromatophor der unteren kürzeren Gürtelseite anliegend und mehr oder weniger weit auf die andere übergreifend.

7. *Amphora Terroris* Ehr. (119.)

52 : 10 μ.

Gürtelband complex, die Grenzlinien quergestrichelt, etwa 12 auf 10 μ. Schale cymbelförmig mit vorgezogenen, geschnäbelten Enden. Raphe gerade, dem Rande genähert. Neben der Raphe läuft beiderseits ein schmaler, glatter Streifen. Die Striche etwas punktirt, durchweg rechtwinkelig zur Raphe gerichtet, 8 auf 10 μ. (Fig. 132.)

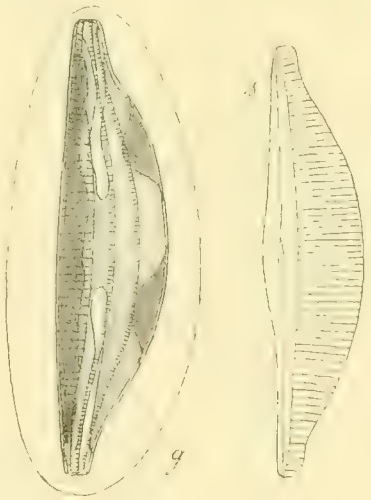


Fig. 132. *Amphora Terroris* Ehr. 1000 : 1.

Ein Chromatophor liegt der kürzeren Gürtelseite an, ist von den Zellenden aus tief eingeschnitten und greift auf die andere Gürtelseite hinüber.

Die Individuen in der Kultur häufig von einer Gallerthülle (*Mastogloia*-ähnlich) umgeben.

D. T. 418.

Gregory D. of Clyde: *A. cymbifera.* 526. XIV. 97.

Cleve N. D. II. 122.

Juhlin-Dannfelt 19. *A. cymbifera* Greg.

März—Juni. Küstensand von Korügen, hielt sich längere Zeit in Kultur.

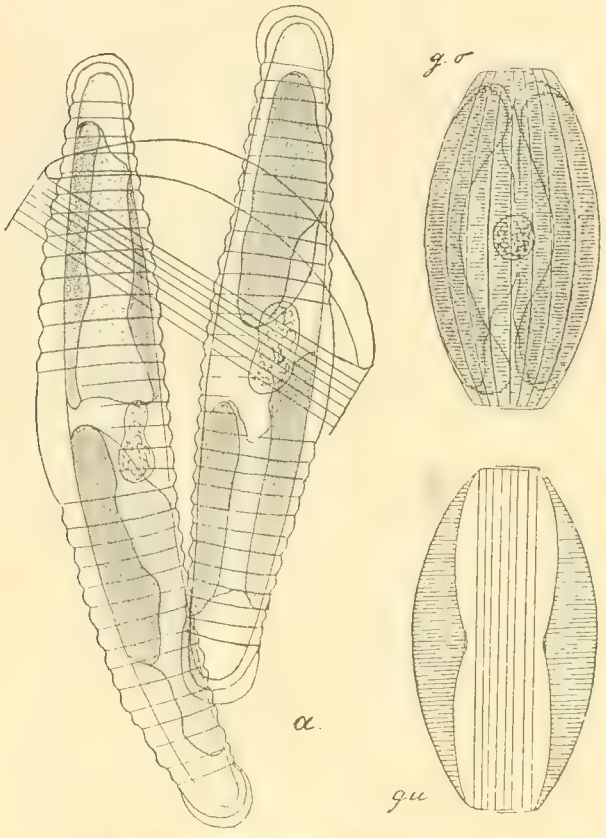


Fig. 133. *Amphora veneta* Ktzg. 1000 : 1.

8. *Amphora veneta* Ktzg. (120.)

42—96 : 5 μ.

Gürtelansicht elliptisch mit abgestutzten Enden. Obere Gürtelseite mit 4, untere mit 6—8 Trennungslinien auf 10 μ. Zwischenbänder auf der oberen Gürtelseite fein quer gestrichelt (26 auf 10 μ nach Cleve).

Raphe sehr wenig gebogen, Mittelknoten etwas verlängert. Dorsale Seite mit Strichen rechtwinkelig zur Raphe, 15 auf 10 μ (Cleve: 20 auf 10 μ).

Ventrale Seite glatt, schmal. (Fig. 133.)

Ein Chromatophor liegt der unteren Gürtelseite an und greift mit den Rändern bis auf die obere hinüber.

Auxosporenbildung nach Typus II wie bei den *Amphorae propriae.* Perizonium geringelt; Ringelung in der Mitte nicht ganz durchgeführt.

D. T. 307.

Cleve N. D. II. 118.

V. H. Treat. 134. I. 11.

Die Uebereinstimmung mit dem Typus der Form nach Cleve ist nicht vollständig, da die Raphe dort „gerade" genannt wird; doch steht sie der *A. veneta* jedenfalls sehr nahe.

Auf Schlick von verschiedenen Orten der Flensburger Föhrde.

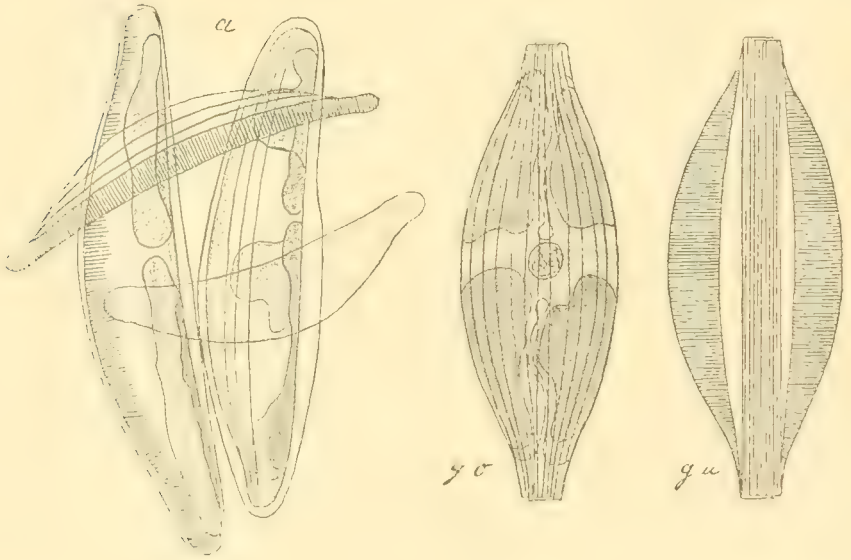


Fig. 134. *Amphora coffeaeformis* Ag. 1000 : 1.

9. *Amphora coffeaeformis* Ag. (121.)

40—66 : 6 μ.

Obere Gürtelseite mit zahlreichen Trennungslinien, 10 auf 10 μ, in der Mitte aufgeschwollen, gegen die Enden zu stark verjüngt.

Untere Gürtelseite mit noch enger gestellten Trennungslinien. Schalen an den Enden knopfig aufgeschwollen, geschnäbelt. Raphe leicht gebogen, ventrale Seite schmal, glatt. Dorsale Seite mit Strichen rechtwinkelig gegen die Raphe, 15—18 auf 10 μ.

Ein Chromatophor mit vier Zipfeln auf die obere Gürtelseite umgeschlagen. Auf der schmalen Gürtelseite ragen von den Zellenden her zwei tiefe Einschnitte fast bis zur Zellmitte. (Fig. 134.)

Auxosporenbildung völlig dem Typus II entsprechend, jedoch Tochterindividuen in Richtung der Pervalvaraxe der Mutterzellen gestreckt wie bei den *Amphorae propriae*-Auxosporen. Perizonium glatt.

D. T. 389.

Cleve N. D. II. 120.

V. H. Treat. 134. XXIV. 681.

Auf Schlick aus 25 m Tiefe quer vorm Eingang in die Eckernförder Bucht. August—September 1898.

10. *Amphora bacillaris* Greg. (122.)

65 : 6 μ.

Gürtelseiten mehr oder weniger breit-lineal mit abgerundeten Enden; Zwischenbänder vorhanden, auf der oberen convexen Gürtelseite zahlreicher als auf der concaven unteren. Schalen durch die wenig hervortretende Raphe in ungleiche Theile getheilt. Der schmale ventrale Theil glatt, der breitere dorsale Theil mit zarter Streifung rechtwinkelig zur Raphe versehen, etwa 20 Striche auf 10 μ. (Fig. 135.)

Ein Chromatophor liegt der unteren kürzeren Gürtelseite an und greift mit den Rändern auf die obere Gürtelseite über. Ränder des Chromatophors kreuzweise eingeschnitten.

D. T. 409.

Gregory D. of Clyde. 527. XIV. 100.

Cleve N. D. II. 127. IV. 40. 41.

V. H. Treat. 138. XXIV. 689.

Diese sehr zarte und leicht zu übersehende Form fand sich auf Sandboden bei Korügen, Strander Bucht etc. Mai 1898.

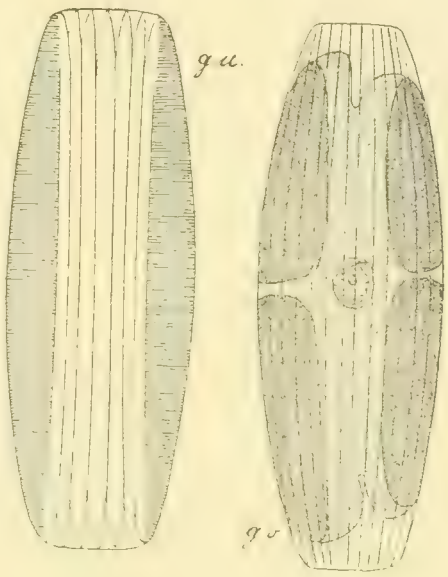


Fig. 135. *Amphora bacillaris* Greg. 1000 : 1.

11. *Amphora lyrata* Greg. (123.)

43 μ.

Gürtelseiten complex, in der Mitte eingeschnürt, an den Enden stark verjüngt.

Oberes Gürtelband mit 8—10 Trennungslinien auf 10 μ. Unteres Gürtelband kürzer. (Fig. 136.)

Dorsaler Theil der Schale mit 12—14 Strichen rechtwinkelig zu der sehr an den ventralen Schalenrand gerückten Mittellinie. Ventrale Schalenseite ausserordentlich schmal. Der von Gregory angegebene Stauros ist, wie auch V. H. bemerkt, wohl irrthümlich.

Ein Chromatophor liegt der unteren kürzeren Gürtelseite an, ist an den Zellenden wie in der Mitte tief eingeschnitten und greift an den aufgeschwollenen Stellen beiderseits der Einschnürung mit vier einzelnen Lappen auf die obere Gürtelseite hinüber.

D. T. 393.

Gregory D. of Clyde. 520. XIII. 82.

V. H. Syn. 57. I. 21. 22.

Auf Schlick von der Eckernförder Bucht aus 18 m Tiefe. Mai—Juni 1898.

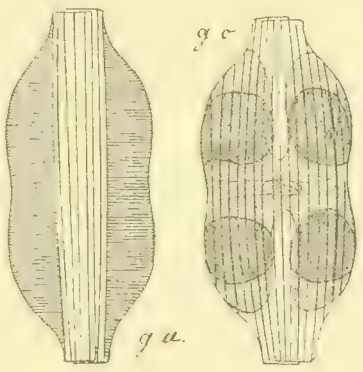


Fig. 136. *Amphora lyrata* Greg. 1000 : 1.

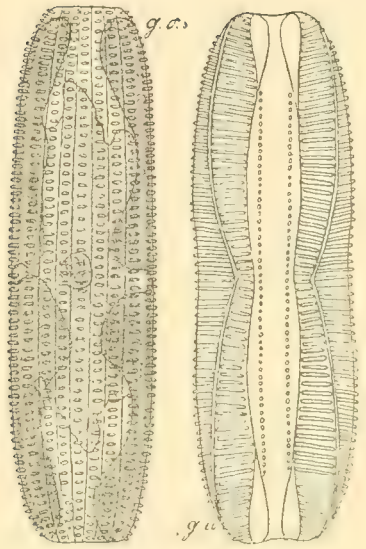


Fig. 137. *Amphora crassa* Greg. 500 : 1.

12. *Amphora crassa* Greg. (124.)

136 : 14 μ.

Gürtelseiten von linealer bis elliptischer Form. Gürtelbänder mit Trennungslinien.

Schalen lineal mit abgerundeten Enden, Raphe etwa median, leicht geschwungen. Dorsale wie ventrale Seite mit starken vortretenden Rippen besetzt, 5 auf 10 μ, die an den Enden etwas radial gestellt sind, sonst rechtwinkelig zur Raphe verlaufen. Diese Rippen treten auch auf den Zwischenbändern, durch die Trennungslinien stets kurz abgebrochen auf. (Fig. 137.)

Ein Chromatophor liegt der unteren kürzeren Gürtelseite an und ist mit den ausgeschweiften Rändern auf die obere übergeschlagen.

D. T. 406.

Greg. D. of the Clyde 524. XIV. 94.

A. S. Atlas XXIX. 30. 31.

Cleve N. D. II. 109

V. H. Treat. 131. XXIV. 675.

Auf Schlick aus der Eckernförder Bucht. Südseite, 17 m tief. Mai bis Juli 1898.

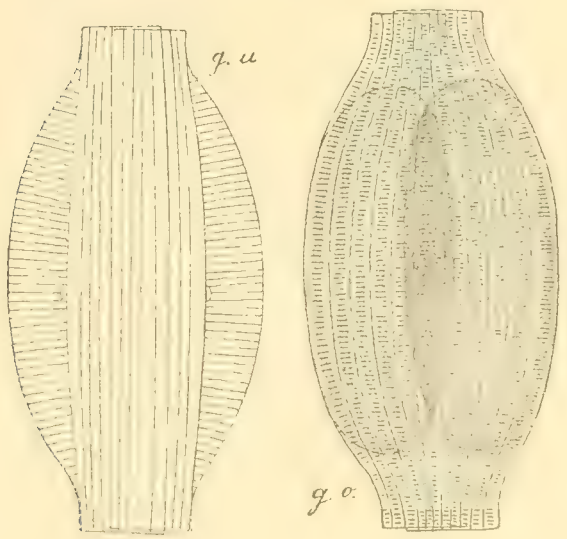


Fig. 138. *Amphora costata* W. Sm.[1]). 1000 : 1.

13. *Amphora costata* W. Sm. (125.)

60 : 8 μ.

Gürtelseiten verschieden, beide complex, in der Mitte aufgeschwollen, Enden geschnäbelt

Auf der oberen Gürtelseite zwischen je zwei Trennungslinien eine Reihe kurzer paralleler Striche, 9 auf 10 μ.

Schalen halbmondförmig, geschnäbelt. Raphe sehr excentrisch, der Ventralseite genähert. Rückenseite mit grobgeperlten Strichen, 8—9 auf 10 μ, rechtwinkelig zur Raphe. (Fig. 138.)

Ein grosses ungegliedertes Chromatophor liegt der unteren Gürtelseite an und schliesst mit den Rändern auf der oberen übereinander.

D. T. 287

W. Sm. I. 20. XXX. 253.

Cleve N. D. II. 122.

Leicht kenntliche Form; auf Schlick aus 18 m Tiefe. Boje D. Mai 1898.

14. *Amphora Alpha* n. sp. (126.)

82 : 16 μ

Gürtelseiten ungleich, oval-elliptisch mit breiten, stumpfen Enden. Gürtelbänder complex, jedoch mit sehr wenig Trennungslinien.

Oberes Gürtelband mit 1—2 Trennungslinien auf 10 μ. Zwischenbänder zwischen den Linien mit Querstreifen (zur Längenausdehnung des Bandes gerechnet) versehen, 20—22 auf 10 μ.

Unteres Gürtelband schmäler, Trennungslinien etwa ebenso zahlreich, Zeichnung der Zonen fehlt. (Fig. 139.)

[1]) In der Fig. 138 sind nur die übergreifenden Ränder des Chromatophors eingezeichnet.

Dorsaler Theil der Schale mit ein wenig convergirenden Linien, 15—18 auf 10 μ, versehen, die bis an die geschwungene Raphe reichen; nur unmittelbar am Centralknoten bleibt ein kleiner Fleck frei. Ventrale Schalenseite ziemlich breit, glatt.

Ein Chromatophor (in der Figur in Theilung begriffen) liegt der unteren Gürtelseite an und ist mit den unregelmässig welligen Rändern bis auf die obere Gürtelseite umgeschlagen.

Die Form ist *A. veneta* Ktzg. etc. nahestehend, doch durch grössere Dimensionen, geschwungene Raphe und sonst von ihr unterschieden.

Die Form fand sich auf Schlick von Boje D, 18 m. Mai—Juni 1898.

15. *Amphora Beta* n. sp. (127.)

170 : 16 μ.

Gürtelbänder complex.

Obere Gürtelseite länglich rechteckig mit etwas gewölbten Längsseiten. Drei Trennungslinien auf 10 μ, Zonen mit punktirten Linien. Untere Gürtelseite mit fünf Zonen auf 10 μ, kürzer als die obere. (Fig. 140.)

Raphe leicht doppelt geschwungen. Unmittelbar neben der Raphe verläuft eine gleichsinnig gebogene Linie. Die dorsale Seite der Schale ist bis zu dieser Linie hin mit fein punktirten Strichen, 8 auf 10 μ, rechtwinkelig gegen Raphe und Schalenumriss gezeichnet. Die ventrale Seite ist ziemlich breit von einer der Raphe gleichsinnig gebogenen Linie begrenzt. Unmittelbar an dieser Linie sind ganz kurze Striche, etwa 10 auf 10 μ, sichtbar

Ein Chromatophor liegt der unteren Gürtelseite an und zeigt in der Nähe des Zellkerns eine tiefe, schmale Einkerbung auf jeder Längsseite.

Auf Schlick von Boje D, 18 m tief. Mai—Juni 1898.

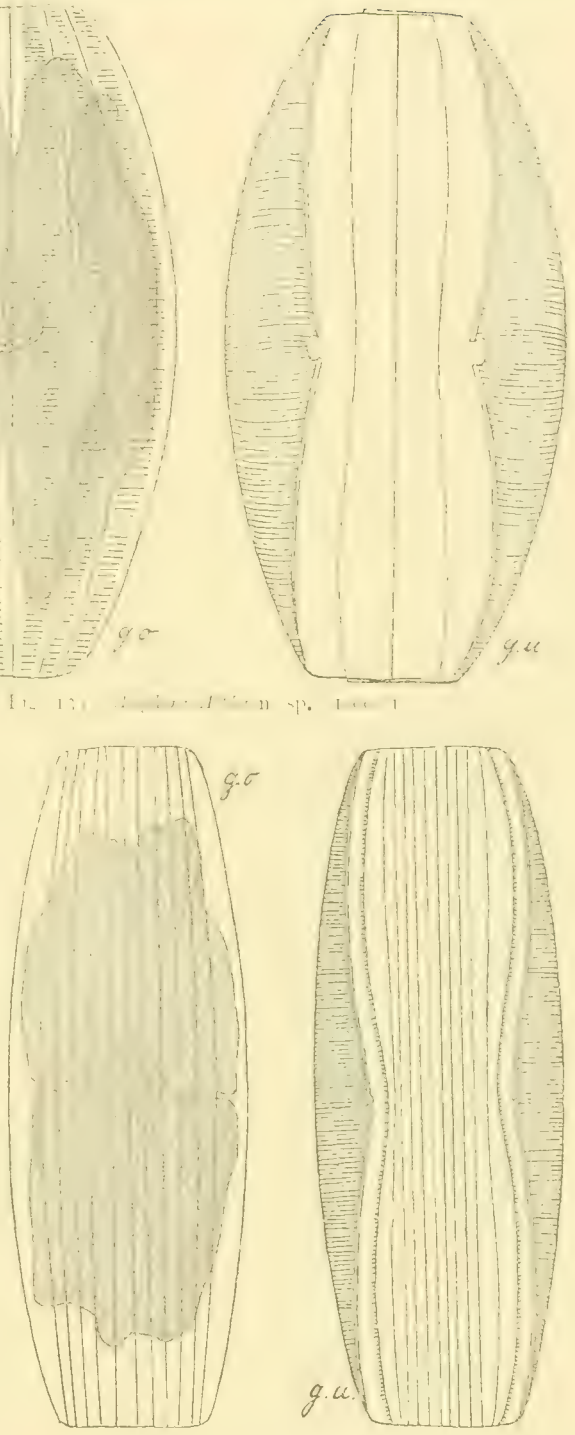


Fig. 140. *Amphora Beta* n. sp. 500 : 1.

16. *Amphora Gamma* n. sp. (128.)

120 : 12 μ.

Obere Gürtelseite rechteckig, complex. Die Zwischenbänder mit je einer medianen Punktreihe versehen, 8—9 auf 16 μ.

Der umgreifende dorsale Schalenrand mit ausserordentlich starken Rippen von mehr als 1 μ Höhe besetzt, 6 auf 10 μ. Die den Enden am meisten genäherten ein wenig radial stehend, im übrigen genau rechtwinkelig zur Längsrichtung der Schale.

Die Zwischenräume von einer Rippe zur andern ebenso breit wie die Rippen selbst, doch ohne jede weitere Zeichnung.

Untere Gürtelseite etwas länger als die obere, das Gürtelband selbst freilich kürzer, ebenfalls complex Zwischenbänder nicht gezeichnet. Rippen über die gesammte Schale wie auf dem übergreifenden Rande; nur von der ziemlich breiten, winklig gebrochenen Raphe unterbrochen. (Fig. 141.)

Ein Chromatophor, der unteren Gürtelseite anliegend und von etwa rechteckiger Form, auf jeder Längsseite an vier gegenüberliegenden Stellen stark bis auf die obere Gürtelseite hin umgekrempt; in der Mitte beiderseits des Kernes ein wenig eingeschnitten.

Die Form konnte ich mit keiner bekannten identificiren, da *A. inelegans* Cl. und Grove kaum passen dürfte. Cleve N. D. II. 111.

Die Form fand sich in der Eckernförder Bucht Mittelgrund 5—15 m tief zwischen Sphacelarien. Juni 1898, dann häufiger auf Schlick Eckernförder Bucht und Kieler Föhrde. Juli—August 1898.

17. *Amphora Delta* n. sp. (129.)

95 : 10 μ.

Gürtelseiten complex, in der Mitte tief und plötzlich eingeschnürt, die äussersten Trennungslinien verlaufen der Einschnürung gleichsinnig.

Obere Gürtelseite mit sehr zahlreichen, am Rande breiten, nach der Mitte hin immer schmäler werdenden Zwischenbändern, jedes mit feiner Strichelung rechtwinkelig zur Längsausdehnung versehen, 12 auf 10 μ. Untere Gürtelseite kürzer. (Fig. 142.)

Schalen mit leicht gekrümmter, fast medianer Raphe. Dorsale Seite mit Strichen rechtwinkelig zur Raphe, 12 auf 10 μ. Ventrale Seite glatt.

Ein Chromatophor, der unteren Gürtelseite anliegend, an den Enden etwas ausgerandet, in der Mitte schmal aber ziemlich tief eingeschnitten.

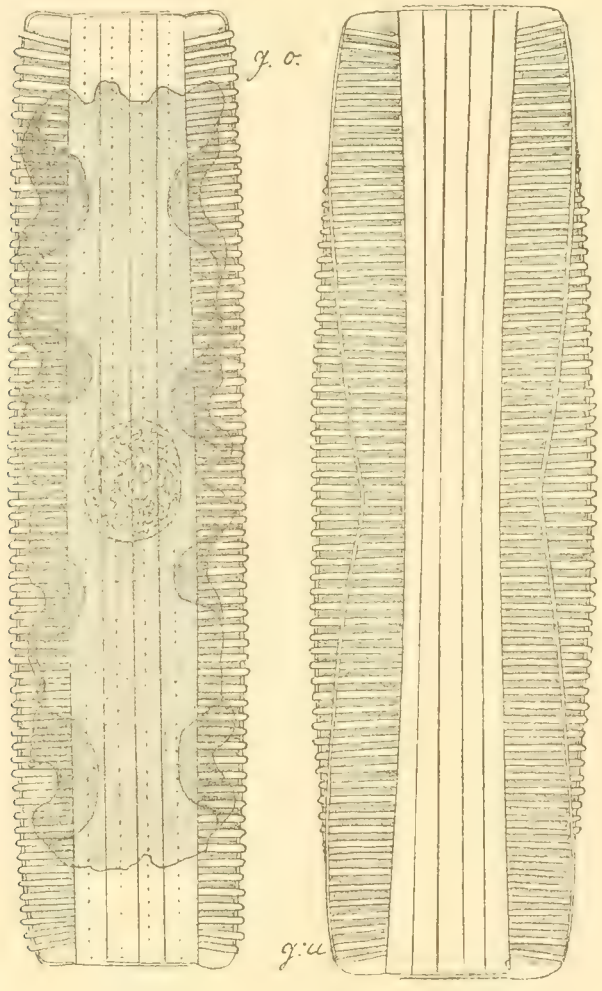


Fig. 141. *Amphora Gamma* n. sp. 1000 : 1.

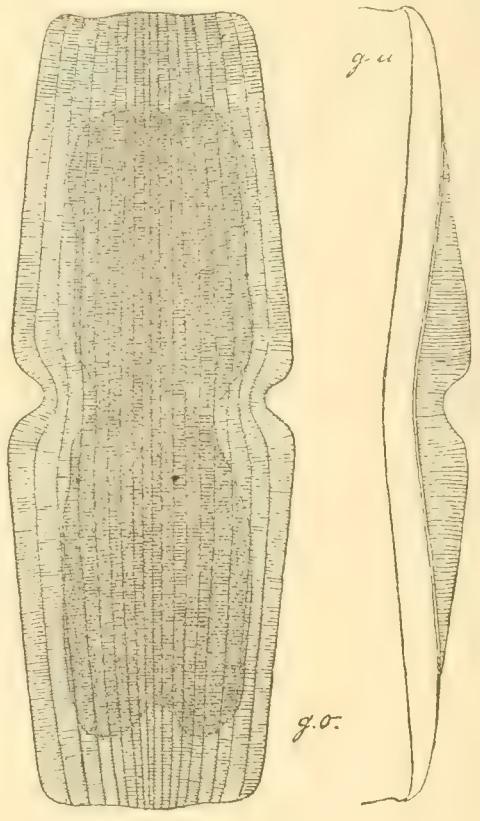


Fig. 142. *Amphora Delta* n. sp. 1000 : 1.

Es gelang mir nicht die Form mit einer der bei Cleve aufgeführten zu identificiren.
Auf Schlick aus der Eckernförder Bucht aus 18 m Tiefe. Juni—Juli 1898.

18. *Amphora Zeta* n. sp. (130.)

36 μ.

Gürtelansicht breit oval mit gestutzten Enden; Gürtelbänder complex. Strukturverhältnisse schwierig zu erkennen und ungenügend erforscht. Offenbar ist ein auf der Dorsalseite sehr breit verlaufender Stauros vorhanden. (Fig. 143.)

Ein kreuzförmiges Chromatophor liegt der unteren Gürtelseite an.

Eckernförder Bucht. Auf Schlick von der Rinne der Nordseite aus 22 m Tiefe.

Fig. 143. *Amphora Zeta* n. sp. 1000 : 1.

Untergattung 4. *Amphorae lineolatae.*

Gürtelbänder complex.
Zwei oder mehr Chromatophoren vorhanden.

19. *Amphora Ehta* n. sp. (131.)

86 : 10 μ.

Gürtelansicht etwa rechteckig, Ecken abgerundet. Trennungslinien zahlreich aber schwer nachzuweisen. Schale cymbelförmig, lässt nur eine breite Querbinde als Stauros erkennen, sonst ohne Zeichnung oder sehr zart gezeichnet.

Chromatophoren zwei, den beiden Gürtelseiten anliegend, von der mit sehr starkem Pyrenoïd versehenen Mitte aus beiderseits handförmig zertheilt; die Zipfel vom oberen und unteren Chromatophor alterniren mit einander. Der Zellkern konnte neben den in der Zellmitte einander berührenden Pyrenoïden nicht wahrgenommen werden. (Fig. 144.)

Diese Form würde in Ausgestaltung der Chromatophoren der *Amphora angusta* aus der Untergattung 2. entsprechen, welche allerdings keine Pyrenoïde führte. Die folgenden Formen besitzen je vier Chromatophoren, die paarweise durch ein centrales Pyrenoïd zusammengehalten werden und beiderseits des Kernes den Gürtelseiten anliegen.

Lebhaft bewegliche, sehr hyaline, an der charakteristischen Form der Chromatophoren leicht kenntliche Form auf Schlick aus der Eckernförder Bucht. Nordseite, tiefe Rinne. 22 m. Juni bis August 1898.

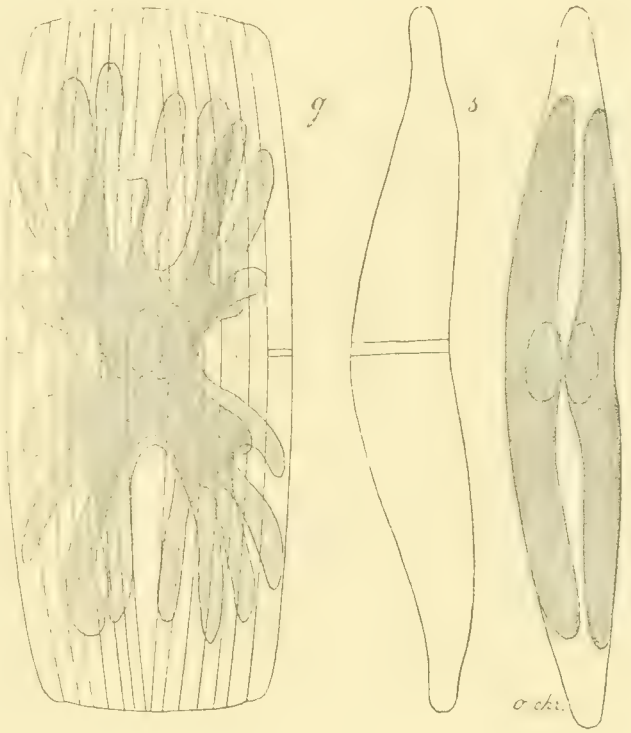


Fig. 144. *Amphora Ehta* n. sp. 1000 : 1.

20. *Amphora lineolata* Ehr. (132.)

50 : 10 μ.

Gürtelseiten mit zahlreichen Längsstreifen, 5—10 auf 10 μ. Obere Gürtelseite länger als die untere.

Schalen durch die schwach angedeutete Raphe unsymmetrisch getheilt. Die breitere, dorsale Schalenseite durch mehr oder weniger rechtwinkelig zur Raphe gerichtete, an den Schalenenden radial ausstrahlende Striche gezeichnet, 20—25 auf 10 μ. (Fig. 145.)

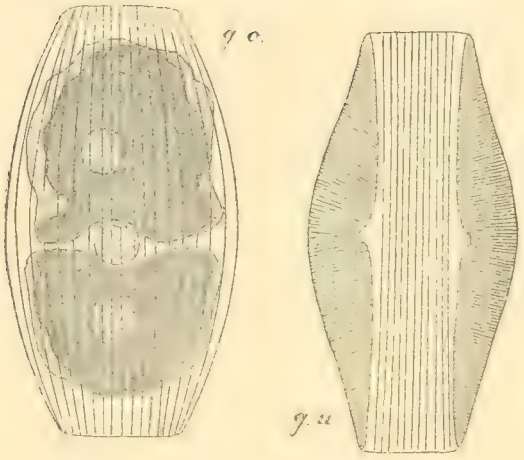


Fig. 145. *Amphora lineolata* Ehr. 1000 : 1.

Vier Chromatophoren, beiderseits des centralen Kernes, den Gürtelseiten anliegend und paarweise durch ein cylindrisches Pyrenoïd verbunden. Die Umrisse der Chromatophorenplatten sind mehr oder weniger nierenförmig, die concave Seite dem Kern zugewandt, im übrigen hie und da sanft ausgerandet.

D. T. 304.
V. H. Syn. 57. I. 23.
Cleve N. D. II. 126.

Die Form fand sich auf Sandboden von Bülk, der in Kulturgefässe gebracht war, sonst auch auf Schlick nicht selten.

21. *Amphora obtusa* Greg. (133.)

83—137 μ.

Oberes Gürtelband breit mit wenigen starken Trennungslinien. Unteres Gürtelband sehr schmal, scheinbar ohne Trennungslinien. Gürtelseiten rechteckig, Enden abgestumpft. Schalen breit mit abgerundeten Enden. Raphe an den Zellenden dem Umriss der Schale parallel, dann fast geradlinig gegen die Schalenmitte und die Ventralseite verlaufend. Am Mittelknoten gegen den ventralen Schalenrand hin umgebogen. Die Dorsalseite deutlich gestreift vom Schalenrand gegen die Raphe hin, etwa 15 auf 10 μ. Auf der Ventralseite müsste bei *A. obtusa* eine ebensolche Streifung vorhanden sein, doch konnte ich sie an dem lediglich lebend untersuchten Material nicht feststellen. (Fig. 146.)

Fig. 146. *Amphora obtusa* Greg.[1]) 1000 : 1.

Vier dem Zellumriss entsprechend abgerundete Chromatophoren liegen paarweise beiderseits des centralen Zellkernes und werden durch je ein gemeinsames Pyrenoïd verbunden.

D. T. 404
A. S. Atlas. Taf XL. 4—7. u. 11. 16. 17.
Cleve N. D. II. 131.
V. H. Treat. 137. XXIV. 688.
Auf Schlick von der Nordseite der Eckernförder Bucht, 22 m tief.

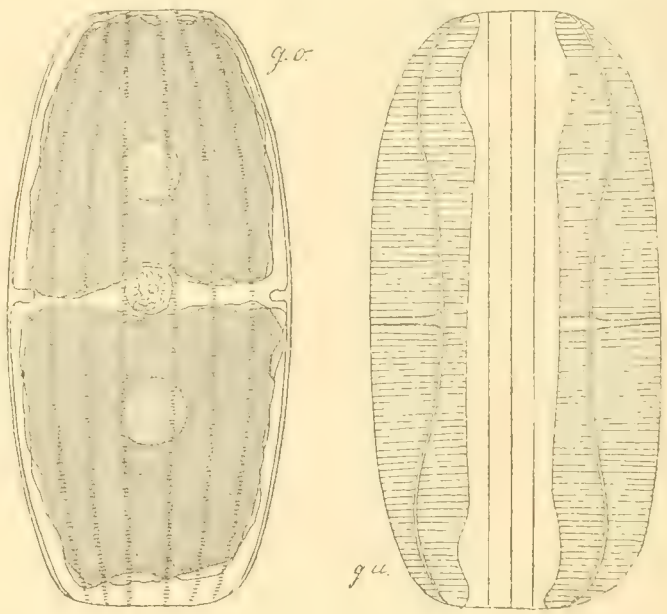


Fig. 147. *Amphora Ostrearia* Breb. 1000 : 1.

[1]) Die wenigen Trennungslinien des oberen Gürtelbandes sind in die Figur mit eingetragen.

22. *Amphora ostrearia* Breb. (134.)

72 : 12 μ.

Gürtelseiten rechteckig mit abgerundeten Ecken.

Obere Gürtelseite mit zahlreichen Trennungslinien, am Rande ist ein Stück des Stauros der Schale sichtbar. Untere Gürtelseite schmäler mit wenigen Trennungslinien. Die Schalen etwa halbmondförmig von doppelt geschwungener Raphe annähernd median getheilt. Striche rechtwinkelig zur Raphe auf der dorsalen wie auf der ventralen Seite, 12 auf 10 μ, sie lassen einen auf der Ventralseite verbreiterten Stauros in der Mitte der Schale bis an den Rand hin kenntlich. (Fig. 147.)

Chromatophoren vier, den Gürtelseiten anliegend. Die beiden übereinanderliegenden decken sich annähernd mit den Rändern und sind durch ein medianes Pyrenoïd verbunden.

D. T. 376.

V. H. Syn. 55. I. 25.

Cleve N. D. II. 129 und Fig. 125.

Die Form der Chromatophoren ist bereits bei Cleve angegeben.

Auf Schlick aus 18 m Tiefe von der Eckernförder Bucht. Mai—Juni 1898.

23. *Amphora Epsilon* n. sp. (135.)

90 : 16 μ.

Gürtelbänder complex. Gürtelseiten von breit ovaler Umrissform, Enden zugestutzt.

Obere Gürtelseite sehr breit mit starken, sehr scharf hervortretenden Trennungslinien, 2—3 auf 10 μ. Zwischenbänder sehr fein quergestrichelt, 15—18 auf 10 μ. (Fig. 148.)

Untere Gürtelseite kürzer, Trennungslinien gegen die Mitte hin mehr und mehr doppelt geschweift, 5 auf 10 μ. Schale mit einer doppelt geschweiften Mittellinie. Dorsale Seite mit breitem Stauros und leicht radial verlaufenden Strichen, 12 auf 10 μ. Ventrale Seite schmal und glatt.

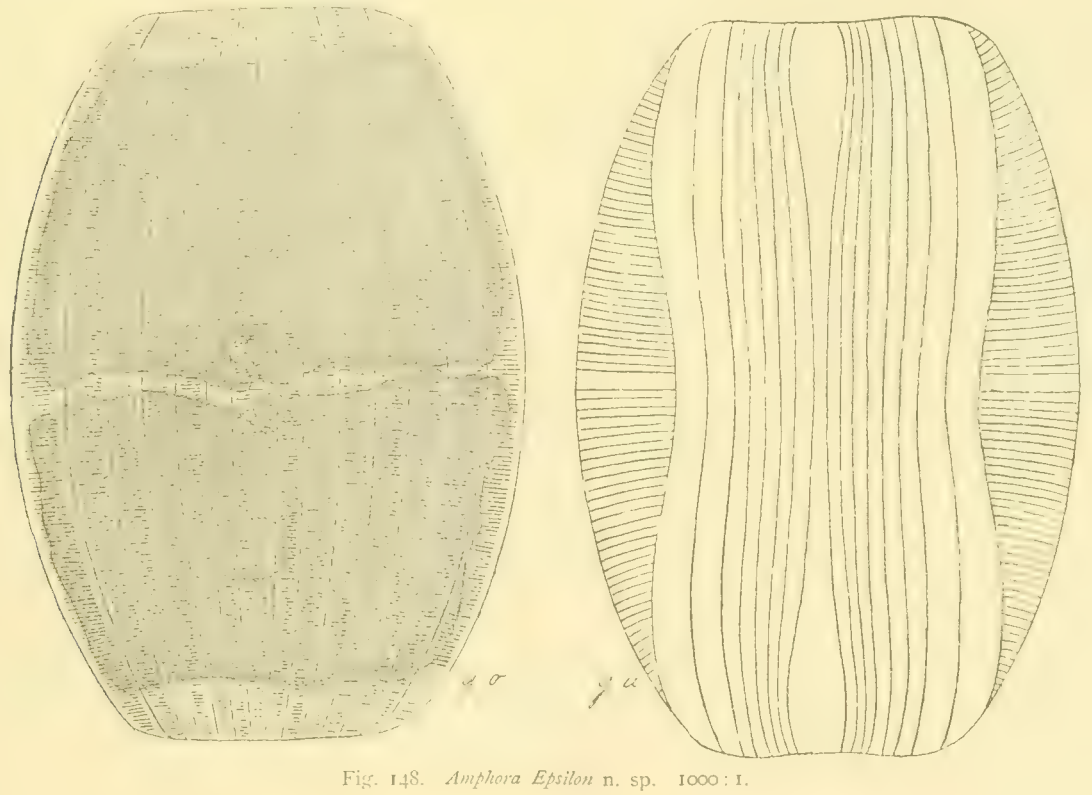


Fig. 148. *Amphora Epsilon* n. sp. 1000 : 1.

Vier Chromatophoren den Gürtelseiten anliegend, paarweise beiderseits des centralen Kernes durch ein medianes Pyrenoïd zusammengehalten.

Diese Form schien mir mit keiner bei Cleve aufgeführten identificirbar zu sein.

Auf Schlick aus der Eckernförder Bucht aus 18 m Tiefe. Juni 1898.

24. *Amphora Teta* n. sp. (136.)

100—120 : 12 μ

Gürtelansicht elliptisch mit gestutzten Enden. Obere Gürtelseite mit zahlreichen Trennungslinien, 6 auf 10 μ. Zwischenbänder fein quergestrichelt, 20 Striche auf 10 μ.

Untere Gürtelseite schmäler, 12 Trennungslinien auf 10 μ. Zwischenbänder glatt.

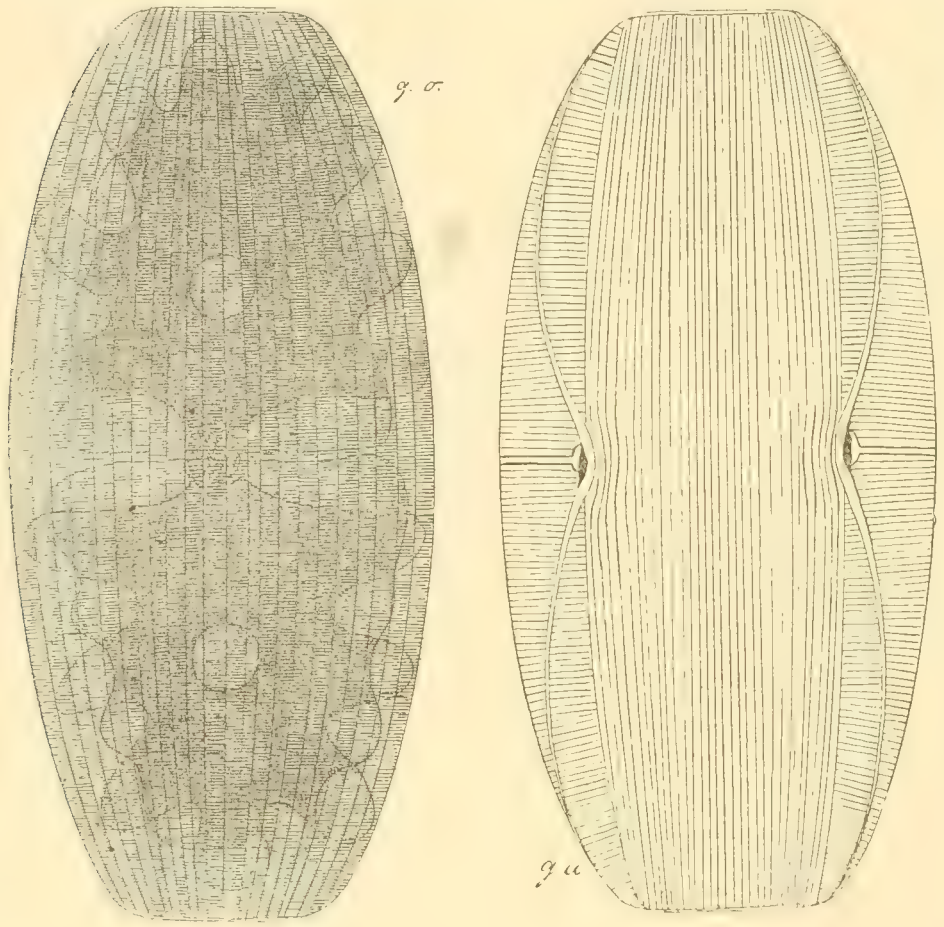


Fig. 149. *Amphora Teta* n. sp. 1000 : 1.

Schalen halbmondförmig, Raphe stark geschwungen; der breite glatte Mittelknoten springt über den ventralen Schalenrand etwas vor. Schmaler Stauros über den ganzen dorsalen Schalentheil verlaufend.

Ventrale und dorsale Schalenseite gleichmässig gestreift. Striche dem Stauros parallel, rechtwinkelig zur Raphe, 12 auf 10 μ. (Fig. 149.)

Vier Chromatophoren, paarweise durch ein centrales Pyrenoïd vereinigt. Die Ränder ausgebuchtet, die Zipfel der oberen und unteren Platten alterniren. Die Grenzen der unteren Platten stossen in der Zellmitte fast zusammen.

Die Form steht in Gestaltung der Schalen, wie Chromatophoren, in Beweglichkeit und Vorkommen der *A. decussata* am nächsten. Es liess sich keine andere bei Cleve aufgeführte damit identificiren.

Auf Schlick aus Höruphaff und Wenningbund im August bis September 1898 in grosser Menge.

25. *Amphora decussata* Grun. (137.)

112—140 : 11—18 μ.

Form der Gürtelseite breit rechteckig mit gewölbten Schalen. Gürtelbänder complex.

Schalenseite spitz, halbmondförmig, Raphe stark excentrisch, nicht gekielt. Ventrale Schalenseite mit rechtwinkelig zur Raphe gerichteten, diese erreichenden Strichen, etwa 12—15 auf 10 μ. Dorsale Schalenseite mit halbmondförmiger, glatter Zone um den Centralknoten und schmalem Stauros. Beiderseits des Stauros feine in gleichem Winkel radial abgehende, also entgegengesetzt gerichtete Striche, etwa 15—17 auf 10 μ,

welche durch etwa im rechten Winkel darauf treffende Linien, ca. 12 auf 10 μ, in lang ausgezogene Punkte zerlegt werden. (Fig. 150.)

Chromatophoren zwei in der Zellmitte getrennte Platten. Jede Platte besteht aus zwei, durch ein centrales, in der Apicalaxe langgestrecktes Pyrenoïd verbundenen Lamellen, die den beiden Gürtelseiten anliegen. Die untere Lamelle ist breiter und länger als die obere, greift also allseitig über diese hinaus. Beide Lamellen sind an den Rändern reich und mannigfaltig ausgefranst.

Grunow. Hedwigia. VI. 23.
D. T. 378.
Cleve N. D. II. 128.

Trat in einer Kultur von Boje C unter Sphacelarien im Juli 1897 reichlich auf und hielt bis in den Winter aus.

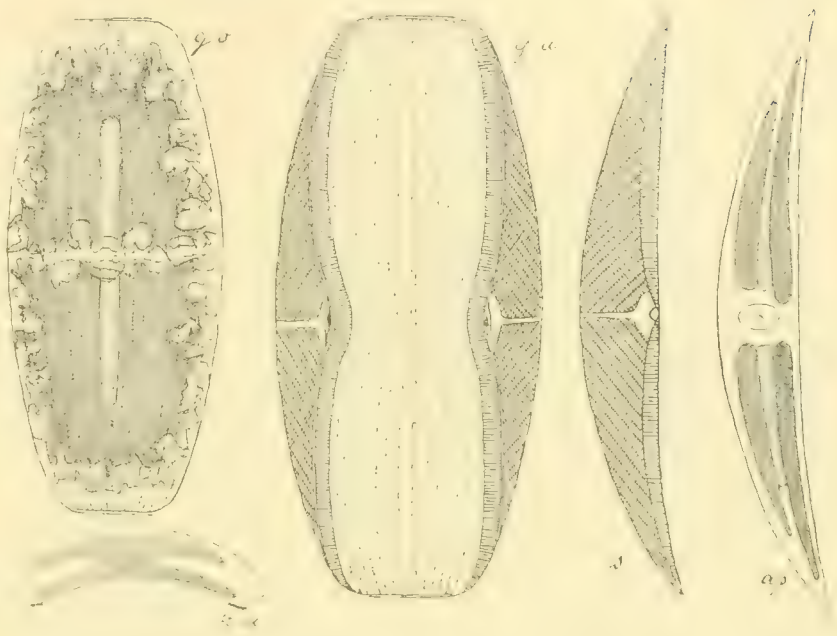


Fig. 150. *Amphora decussata* Grun.[1]) 500 : 1.

Juhlin-Dannfelt giebt p. 19. folgende weiteren Formen für die Ostsee an:

Amphora salina W. Sm.
A. macilenta Greg.
A. staurophora n. sp.
} Küstenform.

Amphora sulcata Greg.
A. granulata Greg.
A. laevis Greg.
} Küstenform.

Von dem fast ausschliesslich Süsswasserformen enthaltenden Genus *Cymbella* nennt Juhlin-Dannfelt 20. 21:

Cymbella lanceolata E.
C. cymbiformis Ktzg.
C. parva (Sm.)
} Süsswasserform.

Cymbella affinis Ktzg., Süsswasserform.
C. obtusa Greg. ?
C. pusilla Grun., Süss- und Brackwasserform.
C. salinarum Grun., sehr seltene Meeresform.

C. Boeckii Ktzg. = *Brebissonia Boeckii.*

C. Cistula Hempr.
C. gastroides Ktzg.
C. helvetica Ktzg.
C. turgidula Grun.
} Süsswasserform.

Encyonema caespitosum (Sm.) var. *ovata.*
E. prostratum Ralfs.
E. ventricosum Ktzg.
} Süsswasserform.

J. E. Lüders Präparate zeigen *Amphora salina* W. Sm. und *Amphora litoralis* Donk.

Genus 25. *Auricula* Castr.

Schalen cymbelförmig bis nierenförmig.

Raphe excentrisch, auf die ventrale Seite verschoben; stets auf erhabenem, oft mehr oder weniger bogenförmig, jedoch niemals sigmoïd verlaufendem Kiel. Nebenkiele sind bisweilen vorhanden.

Gürtelseiten stets complex, meist stark gewölbt, die obere stets länger als die untere.

Chromatophor meist eine der unteren kürzeren Gürtelseite anliegende Platte, welche mit zahlreichen Plasmasträngen im Zellraum allseitig befestigt ist und ausgespannt erhalten wird. Der Zellkern liegt in dichter Plasmaansammlung in der Zellmitte über dem Chromatophor.

Die Gattungsangehörigen haben eine ausserordentliche Aehnlichkeit mit den *Amphoren* der beiden letzten Untergattungen. Das entscheidende Merkmal kann hier nur die gekielte Raphe sein, welche die Zugehörigkeit zu *Auricula* begründet. So sind einige von Cleve zu *Amphora* gerechnete Formen als *Auricula* zu bezeichnen, da der Transapicalschnitt das Vorhandensein eines Kieles nachweist. Daher ist die Anknüpfung an *Amphora decussata* eine enge und sehr natürliche.

[1]) Die mit ap. bezeichnete Figur stellt die Valvarebene dar.

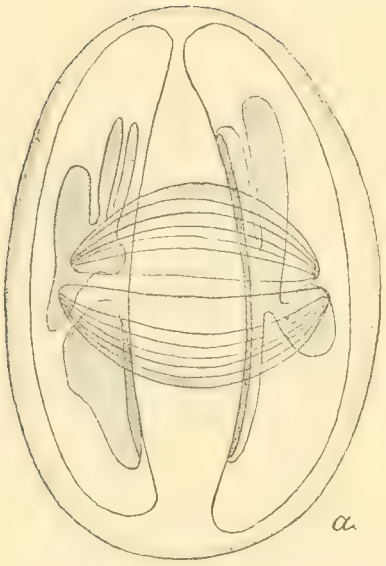


Fig. 151. *Auricula hyalina*. Auxosporen.
1000 : 1

Viel weniger eng scheinen mir die Beziehungen zu *Amphiprora* zu sein, wohin die gekielte Raphe verweist. Die ganze Zellform ist aber sehr erheblich abweichend, wie besonders in Schalenansicht hervortritt.

Auxosporenbildung ist von Cleve beobachtet worden an *Auricula minuta*. Es vereinigen sich nach seiner Darstellung zwei Mutterindividuen in gemeinsamer Gallerthülle, werfen die Schalen ab und bilden eine sich zur Auxospore entwickelnde, einheitliche Plasmamasse. *Auricula* würde demnach zu Typus III der Auxosporenbildung rechnen, wohin von den bisher betrachteten Formen nur *Cocconeis* zählte.

cf Cleve N. D. I. 19.

Ich konnte *Auricula hyalina* (Fig. 151) in Auxosporenbildung beobachten und fand, dass diese nach dem Typus II vor sich geht, also dem Verhalten von *Amphora* entspricht. Vielleicht wird hierin ein entscheidenderes Merkmal für die Zugehörigkeit der Formen zu *Amphora* oder *Auricula* gefunden werden können, als es das Vorhandensein oder Fehlen eines Kieles ist. Doch würde dazu erst eine vollständigere Bekanntschaft mit der Auxosporenbildung der anderen *Auricula*-Formen nothwendig sein.

Die Anordnung soll auch hier derartig sein, dass die einfacheren Formen, die sich am nächsten an *Amphora* anschliessen, an den Anfang gestellt werden.

Auch bei Bearbeitung dieser Gattung hatte ich Herrn Dr. O. Müller für verschiedene wesentliche Rathschläge bestens zu danken.

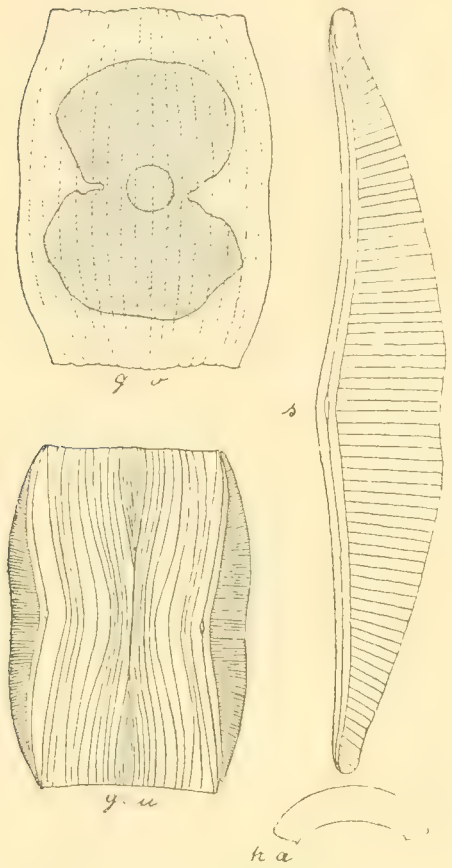


Fig. 152. *Auricula Amphoropsis* n. sp.
500 : 1 s = 1000 : 1. tr. a. etwa 320 : 1.

1. *Auricula Amphoropsis* n. sp. (138.)

80—105 : 14—16 μ.

Form in Gürtelansicht fast quadratisch, doch die Schalen ein wenig gewölbt und in der Mitte leicht eingebuchtet. Trennungslinien der beiden Pleuraseiten den betreffenden Schalenumrissen mehr oder weniger parallel.

Schalen cymbelförmig, an den Enden kurz vorgezogen und knopfartig abgerundet. Raphe sehr excentrisch und auf niedrigem Kiel geschwungen verlaufend. Schmale, ventrale Schalenseite glatt, breitere dorsale führt neben der Raphe einen schmalen glatten Streifen, ist im übrigen von deutlich geperlten Strichen bedeckt, die annähernd rechtwinkelig gegen die Raphe verlaufen, nach den Enden der Schale hin jedoch etwas divergiren, 8—9 Striche auf 10 μ. (Fig. 152.)

Ein in der Mitte eingeschnürtes, an den Enden abgerundetes Chromatophor liegt der unteren Gürtelseite an. Der Kern befindet sich darüber im Centrum der Zelle.

Die Form leitet zu *Amphora* hinüber; ohne die gekielte Raphe wäre sie als *Amphora* zu bezeichnen.

In einer Kultur von Boje C zwischen Sphacelarien aufgetreten, Juli—September 1897, weniger reichlich als die anderen *Auricula*-Arten.

2. *Auricula hyalina* Ktzg. (139.)

50—80 : 40 μ (Gürtelseite).

Zelle in der Pleuraansicht mehr oder weniger kreisförmig. Gürtelseiten mit überaus zahlreichen Grenzlinien.

Schale fast halbkreisförmig. Die Raphe läuft sehr dicht neben dem geradlinigen Rand der Schale hin, ist leicht geschwungen und, wie der Transapicalschnitt zeigt, einem ziemlich hohen Kiel aufgesetzt. Schalenzeichnung: es sollen 23 und mehr feine Striche auf 10 μ vorhanden sein; es gelang mir nicht, diese zu sehen.

Ein zu vierstrahligem, in der Mitte eingeschnürtem, mit den Strahlen etwas spreizendem Stern ausgezacktes Chromatophor liegt der unteren Gürtelseite an. Der Kern befindet sich in einer Plasmaansammlung darüber (Fig. 153.)

Die Diatomee ist identisch mit *Amphora hyalina* Ktzg. cf:

D. T. 400.

W. Sm. I. 19. II. 28.

A. Schmidt. Atlas. XXVI. 52—55.

Cleve. N. D. II. 127.

doch muss, nach der gekielten Raphe zu urtheilen, die Form zur Gattung *Auricula* gezogen werden.

Diese zierliche, sehr bewegliche Form trat im Hochsommer in einer von Boje C stammenden Kultur unter Sphacelarien auf und hielt sich bis in den Herbst; bildete oft Kamhaut-ähnliche Gebilde an der Oberfläche.

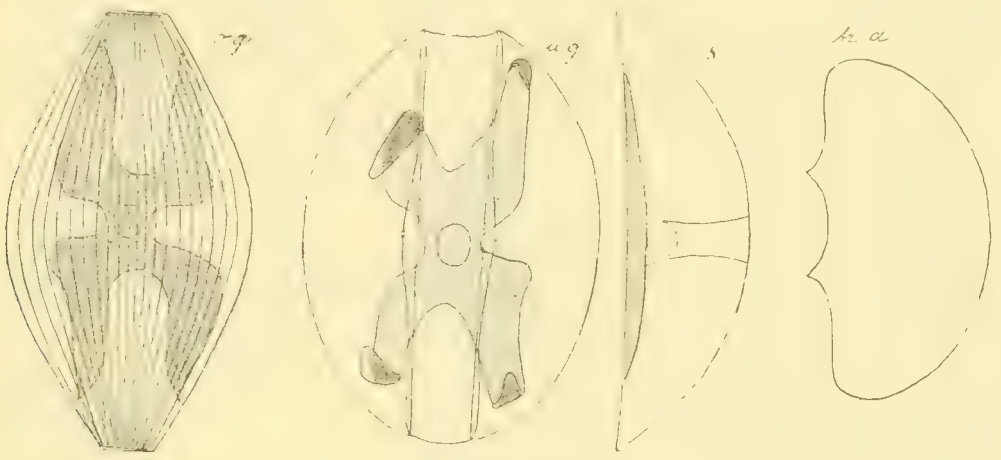


Fig. 153. *Auricula hyalina* Ktzg.[1]) 1000 : 1.

3. *Auricula punctata* n. sp. (140.)

110—130 : 11—10 μ.

Der Raphe führende Kiel in der Schalenmitte scharf eingeschnürt, so dass er eine geknickte Bogenlinie bildet, auf der ganzen Länge mit Kielpunkten besetzt, 9—10 auf 10 μ. Schalenstruktur zeigt zahlreiche punktförmige Erhabenheiten.

Nebenkiel vorhanden in Form einer oberhalb des Kieles laufenden, scharfen, nicht eingebuchteten Kante, welche nach einer hohlkehlförmigen Ausbuchtung zum Kiel abfällt, über die mittlere Einschnürung des Kieles jedoch übergreift, so dass hier ein auf der Oberseite geschlossener, nach unten geöffneter Trichter gebildet ist. (Fig. 154.)

Chromatophor eine in der Mitte eingeschnürte Platte, die durch Plasmabänder ausgespannt wird und zwischen den einzelnen Befestigungspunkten ein wenig nach oben umgeschlagen ist.

Die Species hat Aehnlichkeit mit *A. insecta* Grun., nicht *incerta* wie im Text steht, cf. Cleve N. D. I. 19. 20., kann aber nicht identisch sein, da der eigenartige Nebenkiel kaum zu übersehen sein dürfte. Dagegen wird die Fig. 1. Taf. 40. auf A. Schmidt's Atlas trotz der etwa doppelten Grösse wohl mit *A. punctata* identisch sein; die Figur ist als *Amphora incerta* (?) A. S. bezeichnet.

Im Hochsommer trat die Form in grosser Menge zwischen Sphacelarien in einer von der Boje C stammenden Kultur vom Juni 1897 auf, vermehrte sich stark und hielt bis zum Herbst aus.

[1]) Figur s entspricht einem Valvarschnitte.

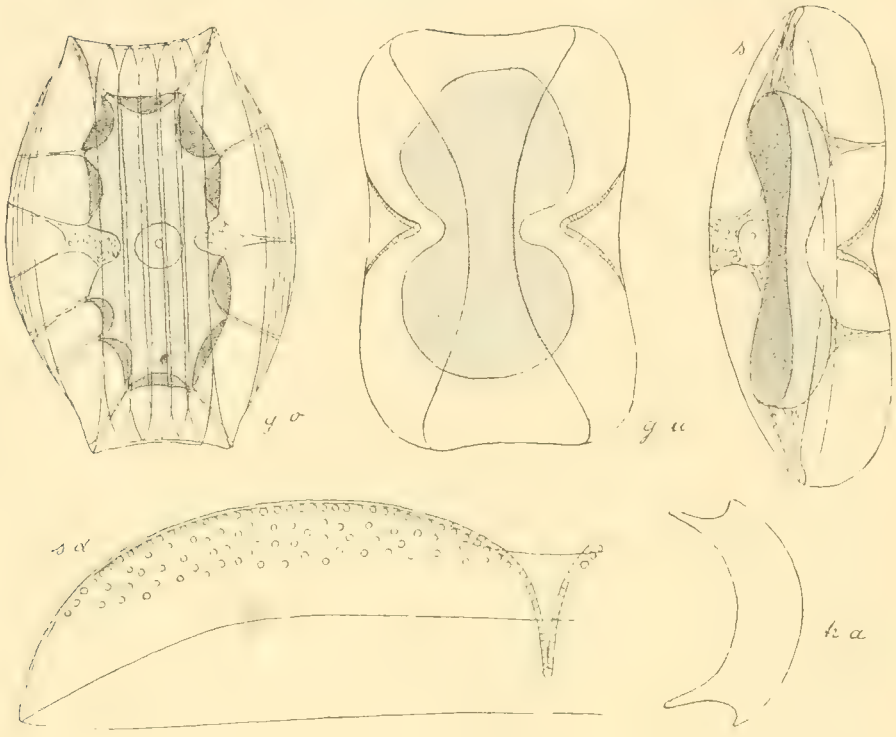


Fig. 154. *Auricula punctata* n. sp. 500 : 1. s. d. = 1000 : 1. tr. a. = 320 : 1.

4. *Auricula complexa* Greg. (141.)

120 : 40 μ.

Obere Gürtelansicht rechteckig mit abgerundeten Ecken und mehr oder weniger eingebuchteten — nicht wie bei *A. punctata* scharf eingeschnürten langen Seiten. Die längere, obere Gürtelseite lässt das breite, mit fünf bis mehr Grenzlinien versehene Mittelstück als ein schmäleres Rechteck mit nach aussen vorgewölbten Langseiten hervortreten, welches deutlich über dem grösseren ersterwähnten Rechteck liegt. Die Grenzlinie dieses höher liegenden kleineren Rechteckes ist der Nebenkiel, welcher wie bei *A. punctata* auf die Dorsalseite der Schale verschoben ist. Die Grenzlinie des unteren, grösseren Rechteckes ist die Raphe, deren deutlich verbreiteter Centralknoten inmitten der Einbuchtung liegt. Die eingekrümmten Endknoten der Raphe bleiben in der bisher betrachteten oberen Gürtelansicht verborgen unter dem von dem Nebenkiel begrenzten Mittel-Aufsatz. Dagegen treten sie auf der kürzeren, unteren Gürtelseite hervor. Diese Gürtelansicht ist nur etwa $^1/_4$ so lang wie die obere, auch in der Breite erreicht sie nicht die Dimensionen der übergreifenden oberen. Die Valvarebene oder Theilungsebene dieser Form ist also ein Antiparallelogramm. Grenzlinien sind auf dieser unteren Gürtelseite in der gleichen Zahl wie auf der oberen vorhanden.

Die Schalenansicht ist etwa nierenförmig. (Fig. 155.) Die in der Mitte eingebogene, nach beiden Enden in scharfem Bogen umgreifende Raphe liegt excentrisch. Abweichend von den meisten *Auricula*-Arten ist hier jedoch die Dorsalseite die schmälere. Sie weist eine ringsumlaufende, oberhalb des Centralknotens sehr steile, nach beiden Enden sich wenig verflachende hohlkehlartige Senkung auf. Die Ventralseite dagegen ist nach aussen vorgewölbt, wie am besten der optische Transapicalschnitt zeigt. Beim Uebergang vom ventralen Schalenrand auf das untere Gürtelband bildet sich ein freilich nur sehr niedriger „zweiter Nebenkiel". Dorsalseite wie Ventralseite der Schalen sind gleichmässig mit feinen Strichen bedeckt, 17—18 auf 10 μ, welche auf der Dorsalseite bis an den Nebenkiel reichen und concav gegen den Centralknoten gewölbt sind, auf der Ventralseite dagegen die convexe Wölbung dem Centralknoten zukehren. Die Raphe besitzt 6—7 Kielpunkte auf 10 μ.

Ein Chromatophor ist etwa in der Ebene des Kieles durch den Zellraum ausgespannt und wird durch zarte Plasmafädchen allseitig gehalten. Seine Form ist dem Zellumriss in Gürtelansicht entsprechend, recht-

eckig mit ganz seichter Einbuchtung in der Mitte der Langseiten. Der Umriss zeigt viele kleinste Vorsprünge an die die Plasmafäden ansetzen. Der Kern liegt in der Zellmitte über dem Chromatophor.

Die sehr guten Abbildungen von Gregory sind im V. H. Treat. wiedergegeben; sie lassen nur einen Transapicalschnitt und untere Gürtelansicht zu wünschen übrig, so dass sie keine richtige Vorstellung der Zellform zu geben vermögen.

D. T. 347.
Gregory D. of Clyde 508. XII. 62
Cleve N. D. I 21.
V. H. Treat. 267. XXIX. 807.

Die Form fand sich in einer im Oktober 1897 neu angesetzten Kultur von Boje C zwischen *Sphacelarien*, die auf kleinen Steinchen festsassen und aus 5—15 m Tiefe stammten; Juni—Juli 1898; auf Schlick von der Eckernförder Bucht aus 18 m Tiefe.

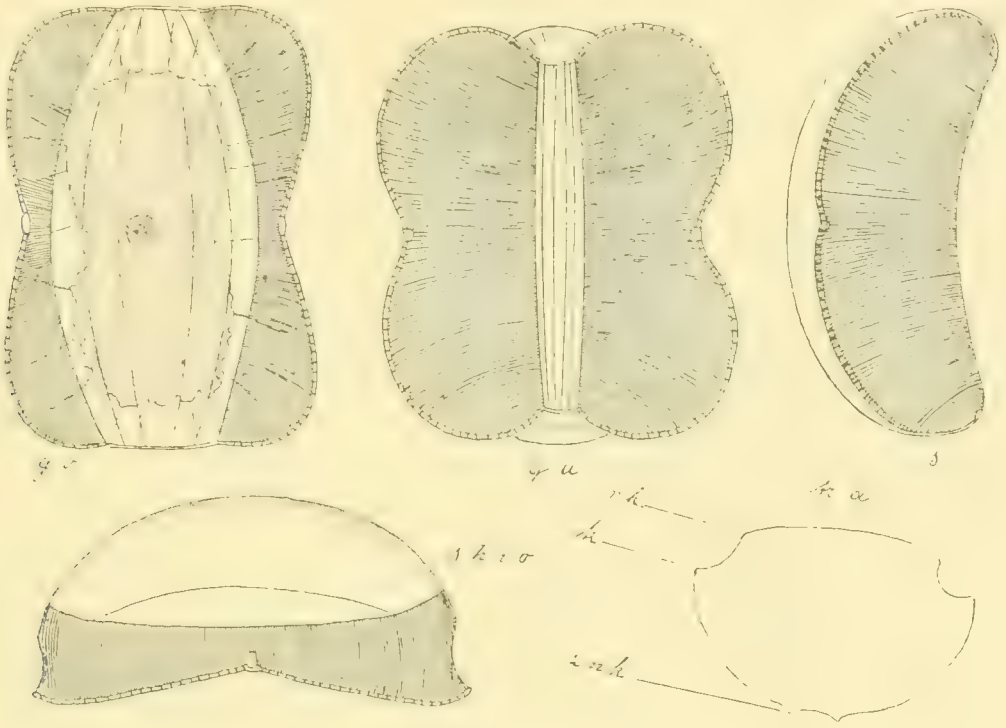


Fig. 155. *Auricula complexa* Greg. 500 : 1.

5. *Auricula staurophora* n. sp. (142.)

95—125 : 8—14 μ.

Der Raphe führende Kiel ist in der Mitte mehr oder weniger tief eingebuchtet, so dass er eine geschwungene, doch nicht scharf eingeknickte Linie bildet. Kielpunkte nur auf den vier am weitesten von der Zellmitte entfernten Bogenstücken auf einer Strecke, deren Sehne 10—15 μ beträgt, in Zahl von 7—9 vorhanden, im übrigen fehlen alle Kielpunkte. Die (nur mit grosser Mühe zu erhaltende) Schalenansicht zeigt eine angenäherte Cymbelform, in der Mitte der Bauchseite eingebuchtet, auf den Enden des Rückens seicht ausgerandet.

Ueber die ganze Länge der Schale verläuft ein sich in der Zellmitte am höchsten erhebender, in der Schalenansicht leicht gegen die Bauchseite der Cymbel eingeknickter, kammartiger Nebenkiel. Dieser Nebenkiel verdeckt in der oberen Gürtelansicht die Einbuchtung der beiden Schalen und verleiht der Zelle eine fast rechteckige Form. Die tiefste Stelle der Kieleinbuchtung und die höchste Stelle des Nebenkieles sind durch einen schmalen, aber sehr deutlichen Stauros verbunden, der einmal jenseit der Schneide des Nebenkieles

auf die obere Gürtelbandseite ein wenig und in gleicher Breite übergreift, andererseits jenseit des Raphe führenden Kieles in etwas verbreiterter Form bis an die Valvargrenze sich verfolgen lässt. (Fig. 156.)

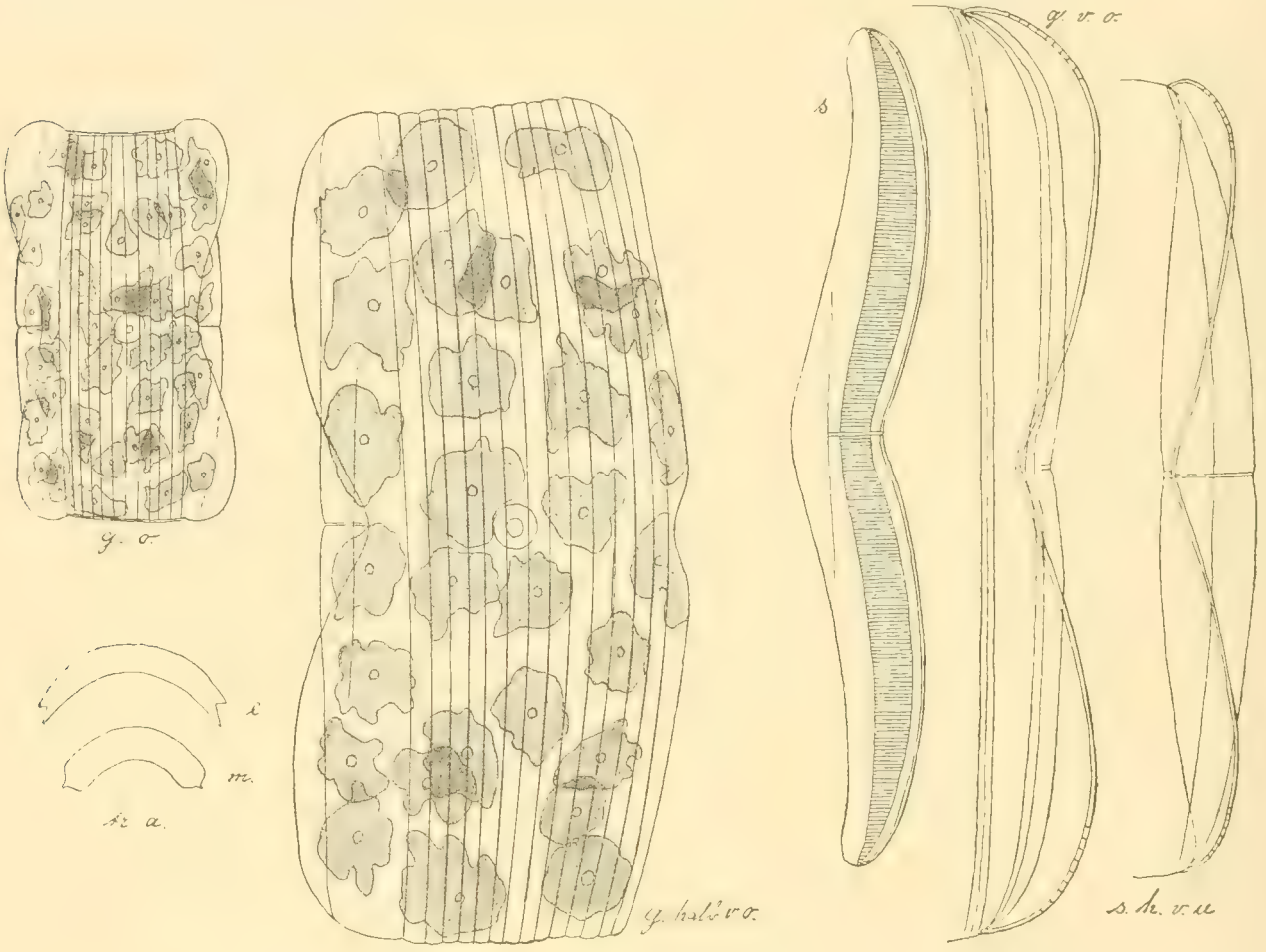


Fig. 156. *Auricula staurophora* n. sp. 1000 : 1. g. o. = 500 : 1. tr. a. = 320 : 1.

Als Schalenzeichnung glaubte ich eine ganz ausserordentlich feine Streifung annähernd rechtwinkelig zum Verlauf des Nebenkiels wahrgenommen zu haben, konnte sie jedoch später unter günstigeren optischen Bedingungen nicht wiederfinden.

Von der Schneide des Nebenkieles aus ist an den Valvarenden ein allmähliger Uebergang auf die convexe obere Gürtelseite wahrzunehmen, in der Schalenmitte dagegen ist ein steilerer Uebergang auf die Höhe des Gürtelbandes vorhanden. Die dem Nebenkiel parallel laufende Linie in der Schalenansicht (Fig. 156 s) wie in der halb von oben genommenen Gürtelansicht, giebt die Zone des steileren Ueberganges wieder und könnte bei flüchtiger Beobachtung für einen zweiten Nebenkiel gehalten werden, die beiden Transapicalschnitte[1]) *m* durch die Zellmitte, *e* durch eine dem Zellende genäherte Lage lassen diese Verschiedenheit deutlich hervortreten.

Zu diesen höchst charakteristischen Verhältnissen der Zellform kommt die Abweichung, dass die Chromatophoren in Gestalt zahlreicher, mehr oder weniger biscuitförmiger-polyedrischer Plättchen ausgebildet sind, welche in 2 Schichten angeordnet, der oberen convexen und unteren concaven Gürtelseite anlagern. Jedes Chromatophor enthält ein kleines aber deutliches Pyrenoïd. In einer Schlickkultur vom Höruphaff waren Individuen nicht selten, deren Aussehen bei schwacher Vergrösserung abweichend erschien. Bei stärkerer

[1]) In diesem Falle sind die Transapicalschnitte nicht durch direkte Beobachtung erhalten, sondern mussten konstruirt werden nach der gewonnenen Auffassung der stereometrischen Verhältnisse.

Vergrösserung zeigte sich, dass die einzelnen Chromatophoren viel reicher zerschlitzt und mosaïkartig mit ihren Ein- und Ausschnitten ineinander gepasst waren, so dass das Ganze einer Platte von feinster Filigranarbeit ähnelte. Ob hier etwa ein ähnlicher Fall der Entstehung coccochromatischer Formen aus einer Platte wie in der Reihe der *Pleurosigmata coccochromatica* vorliegt, liess sich bisher nicht entscheiden. Der grosse wasserhelle Kern mit einem Nucleolus liegt im Centrum der Zelle.

Die Form besitzt eine unverkennbare Aehnlichkeit mit *Amphora quadrata* Breb. cf. Cleve N. D. II. 125 und 130, doch unterscheidet sich die Zeichnung l. c. durch Fehlen des auch auf der oberen Pleuraansicht deutlichen Stauros, geringere Schwingung des Kieles und runde Chromatophoren ohne Pyrenoïde (Cleve betont die Form lebend beobachtet zu haben). Des Nebenkiels wird keinerlei Erwähnung gethan. Auch die Abbildung in A. Schmidt. Atlas XXVI. Fig. 5 kann ich nicht mit meiner Form identificiren. Dagegen ist die in Castr. D. of Challenger Exp. 18. XXVII. Fig. 18. als *Amphora polyzonata* n. sp. beschriebene und abgebildete Form, auf die sich Cleve bezieht, allerdings meiner Form sehr nahestehend. Da sich dort über Form etc. der Chromatophoren jedoch natürlich keinerlei Angaben finden, so möchte ich eine Identificirung ohne weiteres nicht vornehmen.

Diese zierliche, sehr empfindliche und zarte Form fand sich von März—August 1897 bei Boje C zwischen Sphacelarien etc. nicht selten und hielt sich gut in der Kultur bis in den Winter hinein. Im Mai bis September 1898 auf Schlick aus der Eckernförder Bucht und der Flensburger Föhrde.

VI. Nitzschieen.

Mehr oder weniger langgestreckte Formen von stets rechteckigem oder rhombischem Transapicalschnitt. Schalen mit einem oft sehr excentrisch gelegenen Kiel versehen, der Kielpunkte führt und die Kanalraphe, das Bewegungsorgan der *Nitzschieen*, enthält.

Kern in einer medianen Plasmamasse.

Chromatophoren meist ein oder zwei Platten von verschiedener Lagerung.

Genus 26. *Nitzschia* Hassall.

Charakter der *Nitzschieen.*

Auxosporenbildung ist mehrfach von mir beobachtet und folgt meist dem Typus II.

Fig. 157 zeigt den Vorgang z. B. an *Nitzschia longissima*..

In zwei *Nitzschia*-Zellen haben sich die Schalen durch den Druck der sich contrahirenden Plasmamassen auseinander geschoben, der Inhalt ist getheilt. Jede Tochterzelle rundet sich beim Austritt kugelig ab. Es folgt paarweise wechselseitige Vereinigung der vier Tochterzellen und Auswachsen der beiden Zygoten zu je einer vom Perizonium umhüllten Auxospore.

Fig. 157.
Auxosporenbildung von *Nitzschia longissima*. 325 : 1.

Noch anschaulicher ist der Vorgang bei *Nitzschia hybrida*, bei der ich die Verschmelzung der Tochterzellen unter dem Mikroskope erfolgen sah. (Fig. 158.)

Statt der zahlreichen kleinen Chromatophoren bei *Nitzschia longissima* führt *Nitzschia hybrida* nur zwei, einer Gürtelseite angelagerte Chromatophoren mit je einem kleinen Pyrenoïd. Jedes Chromatophor theilt sich, so dass jede Tochterzelle wieder zwei erhält, und nach der Copulation also vier Chromatophoren sich in jeder Auxospore befinden, die, sich paarweise vereinigend, auf die normale Zahl von zweien reducirt werden. Das Perizonium von *N. hybrida* ist gewellt.

Gallerte wird bei den *Nitzschia*-Auxosporen nicht ausgeschieden, wenigstens konnte ich weder bei *Nitzschia longissima* noch bei *Nitzschia hybrida* Gallertbildung beobachten.

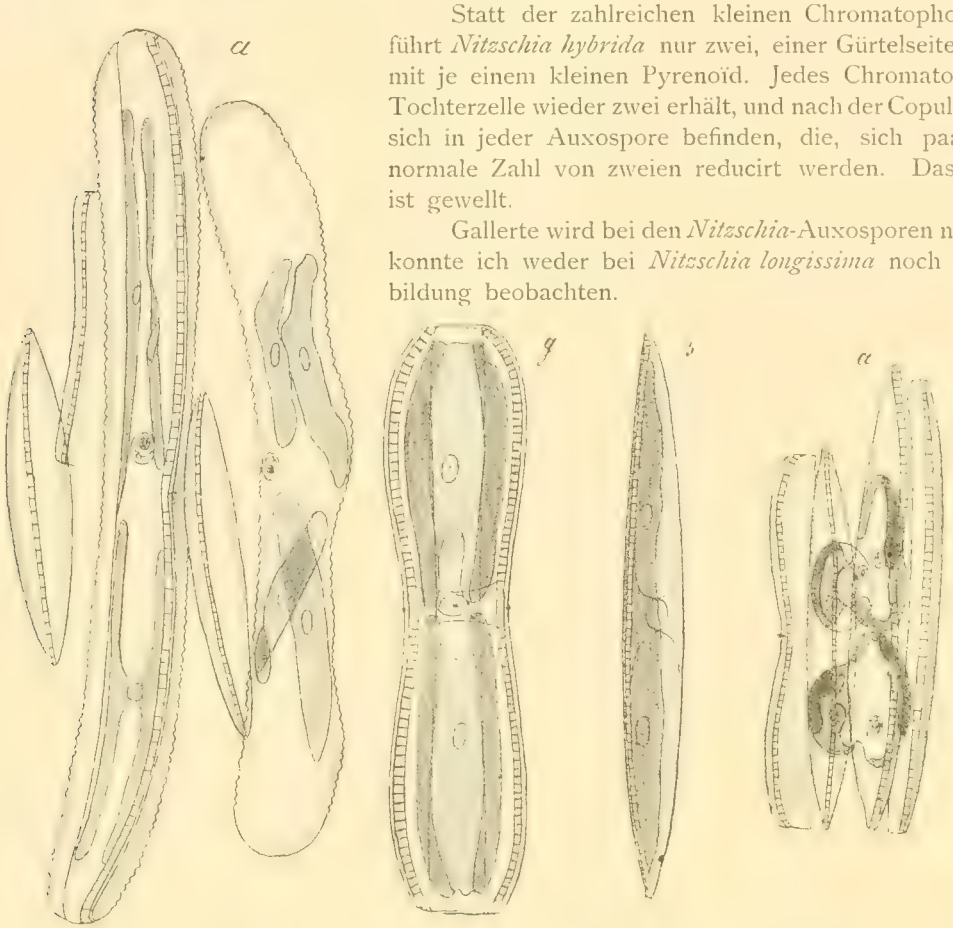


Fig. 158. Auxosporenbildung von *Nitzschia hybrida*. 1000 : 1.

Die Streckung der Auxosporen erfolgt wie bei *Navicula* und *Brebissonia* in Richtung der Längsausdehnung der abgeworfenen Mutterzellschalen also um 90° gegen die der Pervalvaraxe abweichend [1]).

In der Eintheilung der grossen Gattung folge ich Grunow, der in Cleve und Grunow Arct. D. 67 ff. eine monographische Uebersicht gegeben hat, die freilich eine Berücksichtigung der Chromatophoren vermissen lässt, aber bisher noch nicht durch etwas besseres ersetzt werden kann.

Untergattung 1. *Tryblionella* Grun.

Kiel sehr excentrisch, Schalen meist wellig gefaltet, Kielpunkte undeutlich.

1. *Nitzschia punctata* (W. Sm.) Grun. (143.)

52 : 22 μ.

Gürtelseite ziemlich schmal.

Schalen elliptisch mit zugespitzten, keilförmigen Enden. Kiel sehr excentrisch, Kielpunkte sehr undeutlich. Perlreihen rechtwinkelig zum Kiel, 7 auf 10 μ. (Fig. 159.)

Chromatophoren zwei, beiderseits des centralen Kernes. Ränder mehr oder weniger umgeschlagen.

D. T. 496.
W. Sm. I. 36. X. 76a und XXX. 261.
V. H. Syn. 171. I. VII. 2.
Cleve u. Grunow Arct. D. 68.
Juhlin-Dannfelt 35.
Frühjahr. Küstensand bei Korügen.

Fig. 159. *Nitzschia punctata* Grun. 1000 : 1.

[1]) Asexuelle Auxosporenentwickelung bei *Nitzschia paradoxa* beobachtet cf. pg. 125.

2. *Nitzschia punctata — elongata* Grun. (144.)

76 : 18 μ.

Schale elliptisch mit keilförmig zugespitzten Enden. In der Mitte jeder Schale ein erhabener Rücken deutlich, der der Form einen sechseckigen Querschnitt verleihen muss. Sehr deutliche Punktreihen verlaufen quer zur Längsausdehnung der Schale, 7 auf 10 μ. Kielpunkte des excentrischen Kieles ebenso viele. Neben dem Kiel verläuft ein sehr schmaler, glatter Streifen. (Fig 160.)

Ein Chromatophor, dessen Gestaltung durch die Schalenzeichnung am lebenden Objekt stark verdeckt wird. Es scheint einer Gürtelseite anzuliegen und mit den Rändern auf beide Schalen überzugreifen. Zwei Einschnitte den Zellenden genähert sind deutlich.

Es scheint mir unrichtig, diese Form nur wegen der gleichartigen Schalenzeichnung mit *N. punctata* als var. in Verbindung zu bringen.

D. T. 496.
V. H. Syn. 171. LVII. 3.
Cleve u. Grunow. Arct. D. 68.
Juhlin-Dannfelt. 35.
Die Form fand sich auf Schlick von Boje D, 18 m tief, Mai 1898.

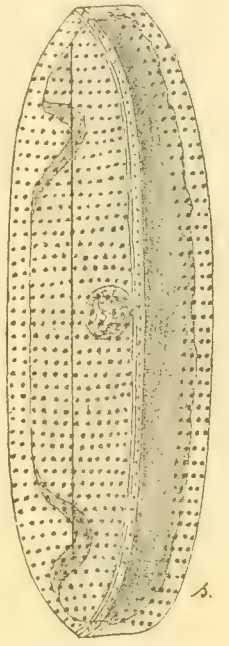


Fig. 160. *Nitzschia punctata — elongata* Grun. 1000 : 1.

3. *Nitzschia Tryblionella* Hantzsch. var. *levidensis* Grun. (145.)

48 : 13 μ.

Schalen- und Gürtelansicht lineal. Schalenenden stumpf keilförmig. Kiel excentrisch, Kielpunkte undeutlich. Striche rechtwinkelig zum Kiel, 9—10 auf 10 μ, ebensoviel Kielpunkte.

Chromatophoren zwei, beiderseits des Kernes mit je einem umgeschlagenen Lappen. (Fig. 161.)

D. T. 499.
V. H. Syn. 171. LVII 15.
Cleve u. Grunow. Arct. D. 69.
Juhlin-Dannfelt. 35. *N. Tryblionella* var. *ambigua* und var. *levidensis*.

4. *Nitzschia litoralis* Grun. (146.)

132 : 34 μ.

Gürtelseite sehr schmal, fast lineal. Schale breit-lanzettlich, in der Mitte wenig eingezogen. Kiel ziemlich excentrisch, 7 Kielpunkte auf 10 μ. Kielpunkte rundlich. Schalenstreifung rechtwinkelig zur Kielrichtung, gegen beide Zellenden ein wenig concav gekrümmt; 7 matte Striche auf 10 μ, nur an der Kante etwas schärfer hervortretend. (Fig. 162.)

Scheinbar nur ein Chromatophor, ziemlich median in der Zelle von Kiel zu Kiel ausgespannt, an einzelnen Stellen mit den Rändern umgeschlagen.

D. T. 508.
V. H. Syn. 172. LIX. 1—3.
Cleve u. Grunow. Arct. D. 75.
Juhlin-Dannfelt. 36.
Auf Schlick von Boje D, 18 m tief. Mai—Juni 1898.

Juhlin-Dannfelt l. c. ausserdem:
N. navicularis Breb.
N. angustata W. Sm.
Tryblionella Neptuni Schum.?

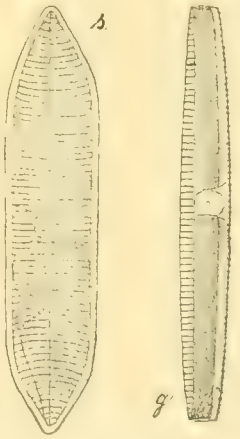


Fig. 161. *Nitzschia Tryblionella* Grun. 1000 : 1.

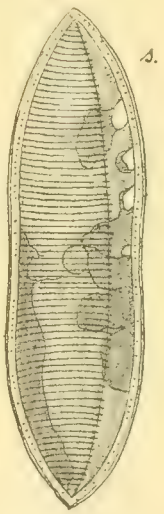


Fig. 162. *Nitzschia litoralis* Grun. 500 : 1.

Untergattung 2. *Panduriformes.*

Schalen breit, in der Mitte zusammengezogen, mit Längsfalte. Kiel dem einen Rande sehr genähert.

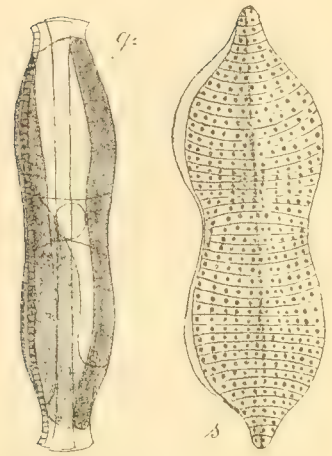


Fig. 163. *Nitzschia constricta* Grun. 1000 : 1.

5. *Nitzschia constricta* (Greg.) Grun. (147.)

50 : 18 (15) μ.

Schalen in der Mitte mehr oder weniger eingeschnürt; die Enden vorgezogen, stark verjüngt.

Gürtelansicht in der Mitte wenig eingezogen, vor den breiteren Enden stärker ausgerandet. Kiel einem Schalenrande genähert, Kielpunkte wenig deutlich. Grobgeperlte Reihen verlaufen rechtwinkelig zum Kiel, 10—11 auf 10 μ, die Perlen sind in deutliche Schrägzeilen geordnet. (Fig. 163.)

Ein Chromatophor einer Gürtelseite anliegend greift mit den Rändern ungleichmässig auf die Schalenseiten über.

D. T. 502.

V. H. Syn. 172. LVIII. 8. 9.

Cleve und Grunow. Arct. D. 71.

Juhlin-Dannfelt. 36.

Die Form trat im September 1897 in einer aus dem Juni stammenden Kultur von Boje C auf, fand sich im Herbst auch sonst häufiger. Im Sommer 1898 überall auf Schlick eine der am regelmässigsten vertretenen Arten.

Juhlin-Dannfelt l. c. ausserdem: *N. panduriformis* Greg.

Untergattung 3. *Apiculatae.*

Kiel dem einen Rande genähert, Schalen länglich lineal.
Querstreifen auf der Längsfalte matter als auf der sonstigen Schale oder fehlend.
Juhlin-Dannfelt l. c.:

N. plana W. Sm.
N. marginulata Grun. var. *genuina.*
N. hungarica Grun.
N apiculata (Greg.) Grun.
N. acuminata (W. Sm.) Grun.

Untergattung 4. *Pseudo-Tryblionella.*

Untergattung 5. *Circumsutae.*

Juhlin-Dannfelt l. c.: *N. circumsuta* (Bailey) Grun.

Untergattung 6. *Dubiae.*

Schalen nicht wellig gefaltet; Gürtelseiten in der Mitte etwas verengt. Kiel excentrisch.

Fig. 164. *Nitzschia dubia* W. Sm. 500 1.

6. *Nitzschia dubia* W. Sm. var. (148.)

172 : 12 μ.

Gürtelseite lineal mit abgerundeten Enden, in der Mitte ein wenig eingezogen. Schale lanzettlich mit spitzen Enden, Kiel etwas excentrisch.

9—10 in die Länge gezogene Kielpunkte auf 10 μ, die beiden mittelsten etwas von einander entfernt. Die Schalen sind rechtwinkelig zur Richtung des Kieles gestreift, 12—13 Striche auf 10 μ. (Fig. 164.)

Zwei Chromatophoren greifen von einer Gürtelseite bis auf die andere hinüber. Pyrenoïde fehlen.

Ziemlich grosse mit dem Formenkreis der *N. dubia* verwandte Form, die auf Schlick von der Eckernförder Bucht wie von Boje D, 18 m tief, vorkommt.

Nitzschia dubia W. Sm. selbst ist Süsswasserform und hat keine grössere Entfernung der mittelsten Kielpunkte aufzuweisen.

D. T. 511.

Cleve u. Grunow. Arct. D. 77.

V. H. Syn. 174. LIX. 9—12.

Juhlin-Dannfelt. 37. *Nitzschia dubia.*

7. *Nitzschia commutata* Grun. var. (149.)

48—72 : 4 6 μ.

Gürtelseite schmal, lineal, in der Mitte wenig eingezogen. Längslinien auf den Gürtelbändern kenntlich.

Schalen lanzettlich, Raphe excentrisch. Kielpunkte rundlich, 9 auf 10 μ, die beiden mittleren weiter von einander entfernt. Schalen sehr dünn und ohne deutliche Streifung. (Fig. 165.)

Chromatophoren zwei, lassen in der Mitte den Kern zwischen sich. Sie liegen einer Gürtelseite an und sind mit den unregelmässig gewellten Rändern bis auf die andere umgeschlagen; keine Pyrenoïde.

Die Form ist im brackigen Wasser häufig, Sandboden Neumühlen, Korügen. Sehr unscheinbar. März—Sommer 1898.

D. T 512

V. H Syn. 175. LIX. 13. 14.

Cleve und Grunow. Arct. Diat. 79.

Bei Juhlin-Dannfelt genannt: *N. thermalis* Ktzg. Süsswasserform.
u. var. *minor* Hilse. Süsswasserform.

Diese Formen 6 und 7 wie die nächste lassen sich mit keiner anderen als den genannten identificiren, doch weichen sie in der sehr viel schmäleren und minder scharf gezeichneten Schale von den typischen Vertretern erheblich ab. Ob darin ein Einfluss des schwach salzigen Ostseewassers zu erblicken ist, oder welche Gründe sonst mitbestimmend sind, würde eine speciellere Untersuchung erfordern.

Fig. 165. *Nitzschia commutata* Grun. 1000 : 1.

Untergattung 7. *Bilobatae.*

Aehnlich der vorigen Gruppe aber mit mehr centralem Kiel. Einschnürung der Gürtelseite schärfer.

8. *Nitzschia hybrida* Grun. var. (150.)

46—138 : 6 μ.

Gürtelseite in der Mitte etwas eingebuchtet, Ecken abgerundet. Andeutung eines Centralknotens in der Gürtellage deutlicher als in der Schalenansicht. Schalen von der Mitte nach den Enden zu gleichmässig verjüngt. Kiel fast median mit 7 Kielpunkten auf 10 μ. Schalenstreifung rechtwinkelig zum Kiel sehr fein. (21—24 auf 10 μ nach Grun.)

Zwei gürtelständige Chromatophoren zeigen beiderseits der den Kern enthaltenden centralen Plasmamasse eine Ausbuchtung. Ihre Ränder sind umgeschlagen, in der Mitte führt jedes ein ovales Pyrenoïd. (Fig. 166.)

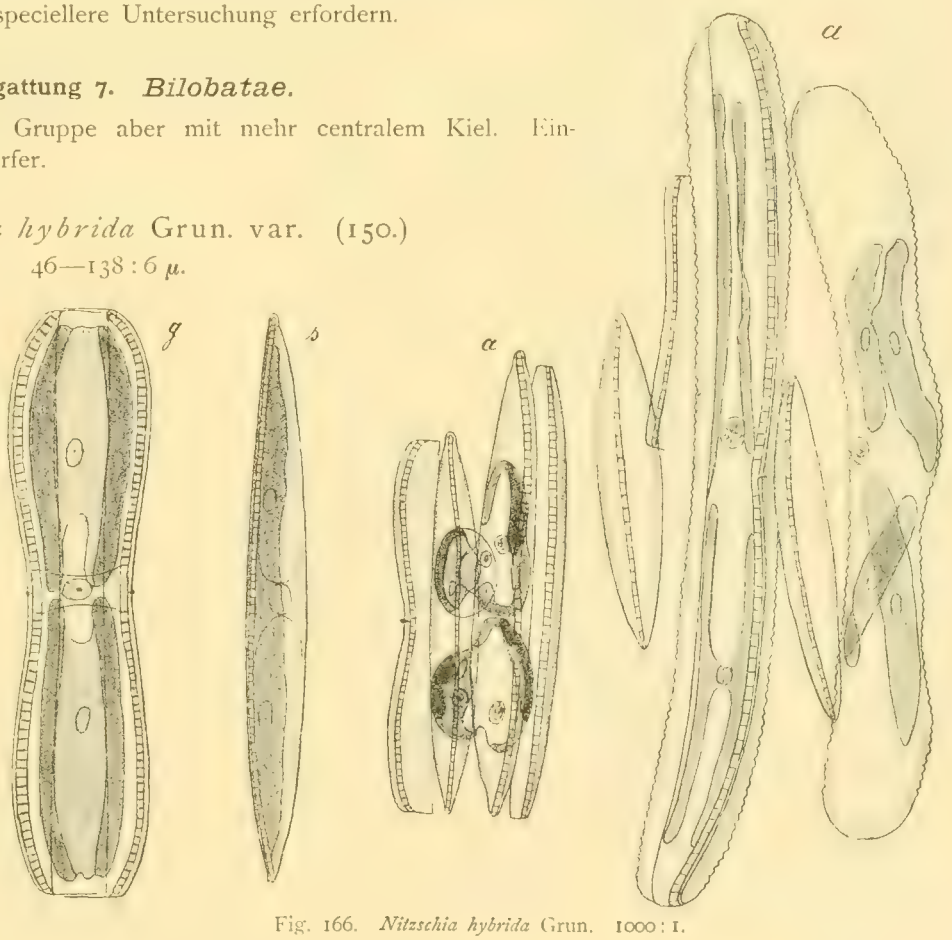


Fig. 166. *Nitzschia hybrida* Grun. 1000 : 1.

Auxosporenbildung nach dem Typus II. Zwei Individuen legen sich der Länge nach nebeneinander. Ob stets die Gürtelseiten einander zugekehrt waren, wurde nicht entschieden. Beide Zellen zerfallen in zwei Tochterzellen, wobei beide Chromatophoren der Länge nach getheilt werden. Jeder Theil erhält ein Pyrenoïd. Kleinkerne in den Theilungsprodukten konnten nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Die Tochterzellen runden sich ab und verschmelzen paarweise miteinander zu zwei Auxosporen. Die Streckung der Auxosporen geht in der Richtung der Mutterzellen vor sich. Das Perizonium ist fein geringelt. Die Kerne verschmelzen in einen einzigen, die vier Chromatophoren ordnen sich paarweise und verschmelzen, von der das Pyrenoïd enthaltenden Mitte anfangend, zu einem. Gallertbildung war nicht in bemerkbarem Maasse vorhanden.

Durch diese Beobachtungen wird meine frühere Angabe über Auxosporenbildung von *Nitzschia longissima* in dem wichtigsten Punkte — der wechselseitigen Verschmelzung der Tochterzellen — erweitert und die dort ausgesprochene Vermuthung bewiesen. cf. G. Karsten. Diatomeen III. Flora 1897. 207.

Im Februar—Juni 1897 war diese Form im Küstensande von Korügen, auch an Pfählen von Möltenort sehr häufig. Sie vermehrte sich in der Kultur sehr stark und ging in langanhaltende Auxosporenbildung über.

D. T. 513.
V. H. Syn. LX. 4. u. 5.
Cleve u. Grunow. Arct. D. 79.
Juhlin-Dannfelt. 37.

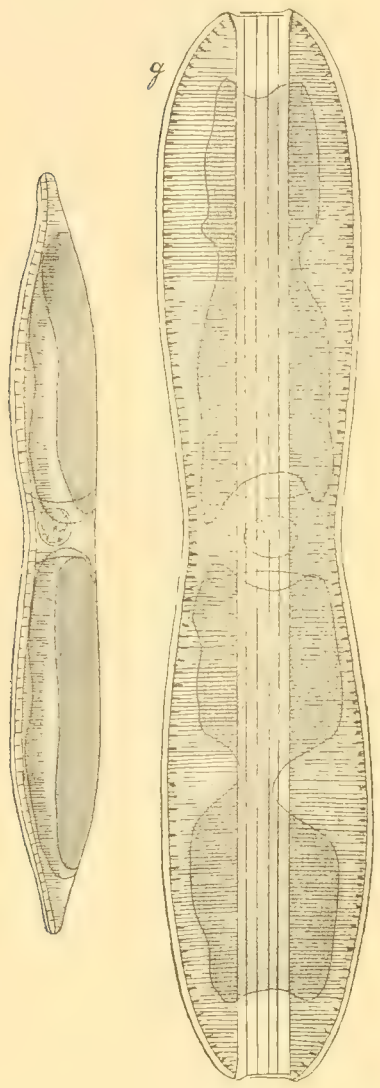


Fig. 167. *Nitzschia bilobata* W. Sm. 1000 : 1.

9. *Nitzschia bilobata* W. Sm. (151.)

97—140 : 10 μ.

Gürtelansicht in der Mitte eingezogen, Ecken abgerundet.

Schalen an den Enden kurz verjüngt. Kiel annähernd median, mit 6,5—7 Kielpunkten auf 10 μ. In der Mitte entsteht durch weitere Entfernung der Kielpunkte die Andeutung eines Centralknotens. Die Schalen zeigen eine rechtwinkelig gegen die Kielrichtung verlaufende Streifung, 16—18 Striche auf 10 μ. (Fig. 167.)

Chromatophoren zwei, beiderseits des centralen, den Kern enthaltenden Plasmabandes, diagonal, von Kiel zu Kiel ausgebreitet. Die Ränder sind oft mehr oder weniger ausgebuchtet aber nicht umgeschlagen. Pyrenoïde fehlen.

D. T. 514
W. Sm. I. 42. XV. 113.
V. H. Syn. 175. LX. 1.
Cleve u. Grunow. Arct. D. 80.

Die Form war im Frühjahr 1897 im Küstensand bei Korügen häufig und hielt sich gut in Kultur.

Untergattung 8. *Pseudo-Amphiprora.*

Untergattung 9. *Perrya.*

Untergattung 10. *Epithemioïdeae.*

Juhlin-Dannfelt l. c.: *N. epithemioïdes* Grun.

Untergattung 11. *Grunowia.*

Juhlin-Dannfelt l. c.: *N. Denticula* Grun., Süsswasserform.

Untergattung 12. *Scalares.*

Juhlin-Dannfelt l. c.: *N. scalaris* W. Sm.

Untergattung 13. *Insignes.*

Untergattung 14. *Bacillaria.*

Kiel central oder fast central, Schalen wenig gewölbt und Kiel wenig scharf. Kielpunkte nicht seitwärts verlängert. Gürtelseiten gerade. Querstreifung bei allen Arten deutlich.

Die von Schütt befürwortete Beibehaltung der Gattung *Bacillaria* ist vielleicht vorzuziehen.

10. *Nitzschia paradoxa* Grun. (152.)

85—240 : 5—6 μ.

Schale und Gürtelseite gerade.

Kiel annähernd median, 6—8 Kielpunkte auf 10 μ. Streifen rechtwinkelig zur Kielrichtung deutlich ($21^1/_2$—$22^1/_2$ auf 10 μ nach Grunow). (Fig. 168.)

Chromatophoren bilden zwei schmale Platten beiderseits des centralen Kernes, die schraubig gedreht sind, so dass sie von einer Schalenseite über Gürtelseite, Schale, Gürtelseite wieder auf die gleiche Schale, von der sie ausgingen, übergreifen. Pyrenoïde fehlen.

Vom Juni an bis in den Spätherbst häufig am Grunde wie im Plankton.

D. T. 493.

V. H. Syn. 176. LXI. 6. 7.

Cleve u. Grunow. Arct. D. 85.

Juhlin-Dannfelt. 37.

Dort ausserdem genannt: *N. socialis* var. *baltica* Grun.

Fig. 168. *Nitzschia (Bacillaria) paradoxa* Grun. 500 : 1. h. 250 : 1.

Ende August 1898 gelang es mir noch den Vorgang der Auxosporenbildung bei *Bacillaria* zu beobachten, der wegen seiner Abweichungen vom Typus II, dem die sonst dabei beobachteten *Nitzschia*-Arten folgen, besondere Beachtung verdient.

Nur auf Schlick scheint auch bei *Bacillaria* Auxosporenbildung einzutreten. Die zu langen Ketten vereinigten Individuen werden einzeln frei. Das Zell-Plasma kontrahirt sich ein wenig und schwillt dann kugelig auf; die Schalen werden an einem Zellende auseinandergesprengt, während an dem anderen die Ränder der Gürtelbänder übereinandergeschoben bleiben. (Fig. 169.)

Veränderungen des Zellkernes habe ich nicht beobachten können, da die in Auxosporenbildung begriffenen Exemplare zu vereinzelt lagen, um einem Färbungsprozess Erfolg zu versprechen; vielmehr musste man den Verlust der vorhandenen, durch keinerlei Gallerte befestigten Exemplare befürchten. Die zwei Chromatophoren zeigen ein ungleiches Verhalten. Eines vergrössert sich sehr stark und theilt sich in zwei zu normaler Grösse heranwachsende Theile; das andere degenerirt und verschwindet nach und nach gänzlich. Der Rückschluss wird daher gestattet sein, dass auch der Zellkern sich theilt, einer der Tochterkerne (entsprechend dem Verhalten bei *Rhabdonema adriaticum*) zu Grunde geht, der andere erhalten bleibt.

Zwischen den Mutterzellschalen hervor tritt am auseinander klaffenden Zellende das glatte Perizonium, dessen anderes Ende stets zwischen den Schalen stecken bleibt. Im Perizonium werden in üblicher Weise die neuen Schalen nach einander ausgebildet. Die aus der neuen Generation alsbald hervorgehenden Tochterzellen haften aneinander und lassen wieder die bekannte Kettenform der Kolonie erkennen. Die Länge der Tochterzellen war 230—240 μ.

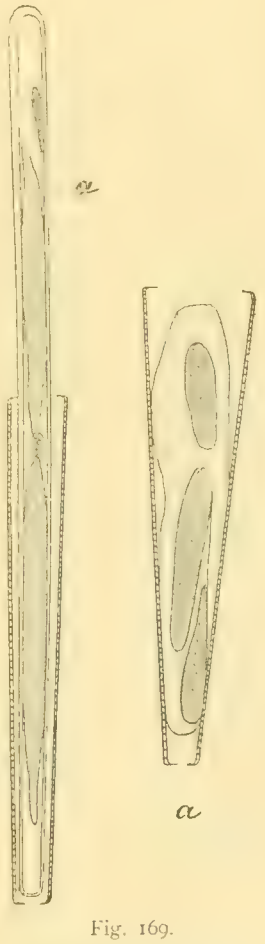


Fig. 169. *Nitzschia paradoxa* Grun. Auxosporenbildung. 500 : 1.

Untergattung 15. *Vivaces.*

Untergattung 16. *Spathulatae.*

Aehnlich der Gruppe *Bacillaria* aber mit meist sehr zartgestreiften Schalen. Kiel in Schalenansicht von zwei parallelen Begleitlinien eingefasst.

11. *Nitzschia angularis* W. Sm. (153.)

150—190 : 18 μ.

Gürtelseite lineal, in der Mitte wenig verbreitert. Zahlreiche, engstehende parallele Längslinien, 12—15 auf 10 μ, auf dem Gürtelband sichtbar. Schalen in der Mitte stark aufgedunsen, an den Enden scharf zugespitzt. Raphe etwa median; vier Kielpunkte auf 10 μ. Entfernung der Kielpunkte gleichmässig. Nebenlinien, der Raphe parallel, in geringem Abstand deutlich. Schalenzeichnung: neben den Begleitlinien zwei sich kreuzende Strichsysteme, jedoch auch unter günstigen optischen Verhältnissen undeutlich. (Fig. 170.)

Ein Chromatophor einer Gürtelseite anliegend, sehr stark zerschlitzt und mit den Rändern bis auf die andere Gürtelseite umgeschlagen.

Die Individuen sind meist frei und lebhaft beweglich. Doch sah ich sie auch zu mehreren in Gallertschläuche eingeschlossen (*Schizonema*-ähnlich); sie bewegten sich darin hin und her, bald die Gürtelseite, bald die Schalenansicht zeigend.

D. T. 525.
W. Sm. I. 40. XIII. 117.
V. H. Syn. 177. LXII. 11—14.
Cleve u. Grunow. Arct. D. 88. V. 98.

Die Form trat Anfang März 1898 an Pfählen bei Korügen in Menge auf. In Kultur von Boje C, deren Material vom November 1897 stammte, zeigten sich zur gleichen Zeit die in Gallertschläuchen befindlichen Individuen.

Fig. 171. *Nitzschia Sigma* W. Sm. 1000 : 1.

Untergattung 17. *Dissipatae.*

Untergattung 18. *Sigmoideae.*

Juhlin-Dannfelt l. c.: *N. sigmoïdea* Ehb. } Süsswasserformen.
N. Brebissonii W. Sm. }

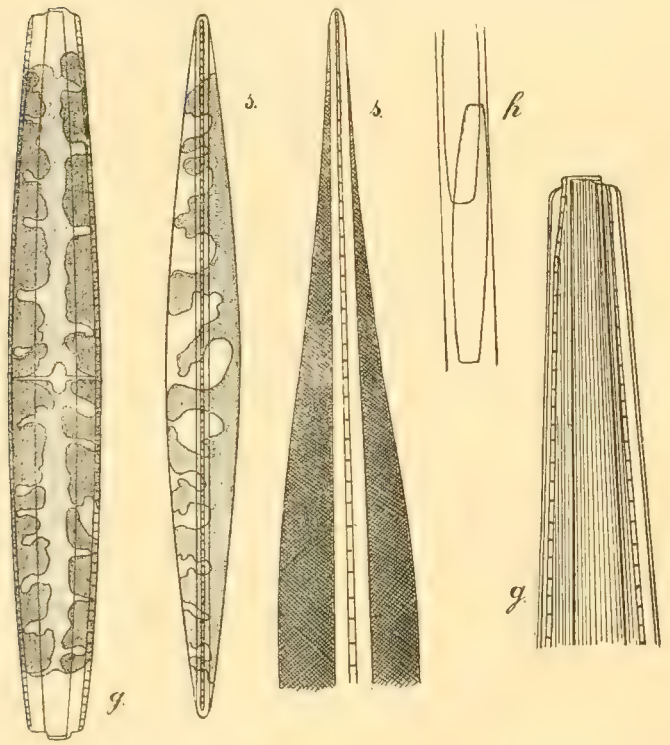


Fig. 170. *Nitzschia angularis* W. Sm. 1000 : 1. 500 : 1. h = 250 : 1.

Untergattung 19. *Sigmata.*

Gürtelseite S-förmig gebogen. Kiel excentrisch.

12. *Nitzschia Sigma* W. Sm. [*rigida* Grun.] (154.)

150—200 : 9—10 μ.

Gürtelseite sigmoïd, wenig gegen die Enden verschmälert.

Schalen mehr oder weniger gerade, Enden etwas vorgezogen, leicht knopfig geschwollen. Kanalraphe excentrisch mit 7—8 Kielpunkten auf 10 μ. (Fig. 171.)

Schalenzeichnung sehr undeutlich, nach V. H. Syn. 30—31 Striche rechtwinkelig zur Raphe auf 10 μ.

Chromatophoren zwei, beiderseits des centralen Kernes. Sie liegen einer Gürtelseite an und sind an den Rändern umgeschlagen.

D. T. 531.

W. Sm. I. 45. XV. 128. *Amphipleura sigmoïdea.*

V. H. Syn. 179. LXVI. 2. 3. 5.

Juhlin-Dannfelt. 38

Im Frühjahr auf Küstensand bei Korügen Im Sommer und Herbst in Menge zwischen der Beggiatoavegetation des Kieler Bootshafens.

13. *Nitzschia Sigmatella* = *Nitzschia Sigma.* var. *Sigmatella* Grun. (155.)

240 : 6 μ.

Der vorigen Form sehr ähnlich doch in Schalen- wie Gürtelansicht zierlicher — schmäler bei grösserer Länge, eleganter sigmoïd.

Kielpunkte 8 auf 10 μ. Schalenzeichnung sehr fein und wenig deutlich. (Fig. 172.)

Chromatophoren zwei, einer Gürtelseite anliegend, ganzrandig.

V. H. Treat. 397. XVI. 535.

Auf Schlick aus der Flensburger Föhrde.

14. *Nitzschia* [*Sigma* var.] *valida* Cl. et Grun. (156.)

160—360 : 15 μ.

Gürtelansicht sigmoïd, gegen die Zellenden hin verjüngt.

Schalenansicht gerade, an den Enden stark verjüngt.

Kiel excentrisch, $5^1/_2$—$6^1/_2$ Kielpunkte auf 10 μ.

Schalenzeichnung besteht aus feingeperlten Strichen rechtwinkelig zum Kiel, $18^1/_2$—20 auf 10 μ. (Fig. 173.)

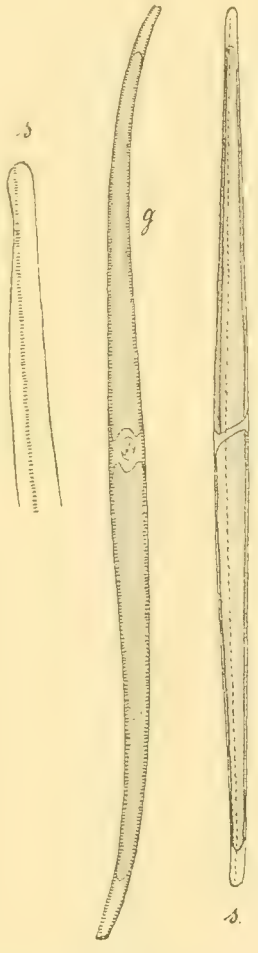


Fig. 172.
Nitzschia Sigmatella Grun.
500 : 1 und 1000 : 1.

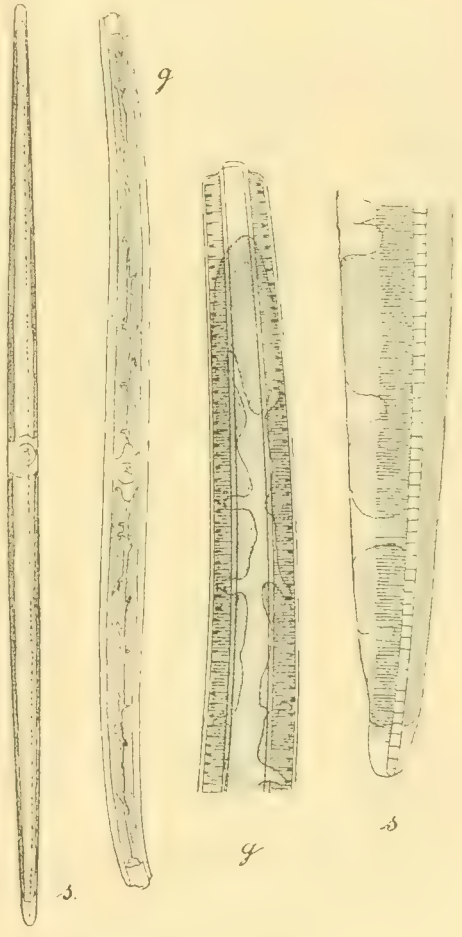


Fig. 173. *Nitzschia valida* Cl. et Grun.
500 : 1 und 1000 : 1.

Zwei Chromatophoren einer Gürtelseite anliegend, mit den sehr stark eingeschnittenen Rändern bis auf die andere Gürtelseite umgeschlagen.

D. T. 532.

V. H. Syn. LXV. 4. 5.

Keine der drei hier aufgeführten Formen von *N. Sigma* besitzt Chromatophoren, welche den von O. Müller, Ber. d. D. Bot. Ges. 1883. 478., für *N. Sigma* angegebenen ganz entsprechen. Es liegt eben auch hier ein grosser Formenkreis vor, der trotz äusserer Aehnlichkeiten ganz verschiedene Species umschliesst. Eine gründliche Durcharbeitung unter besonderer Berücksichtigung des Zellinhaltes ist wie allen *Nitzschicen*, so besonders dieser Gruppe baldigst zu wünschen.

Ueber die von mir an Stelle der bisher als Variationen eines derartigen Formenkreises vorgeschlagene Bezeichnungsweise ist der Allgemeine Theil B. unter Zellwand zu vergleichen.

Auf Küstensand und Schlick. Frühjahr bis Herbst.

Untergattung 20. *Obtusae.*

Juhlin-Dannfelt l. c.: *N. obtusa* W. Sm.
N. Schweinfurthii Grun.

Untergattung 21. *Spectabiles.*

Schalen gross, schwach bogenförmig. Kiel excentrisch.
Kielpunkte etwas verlängert.

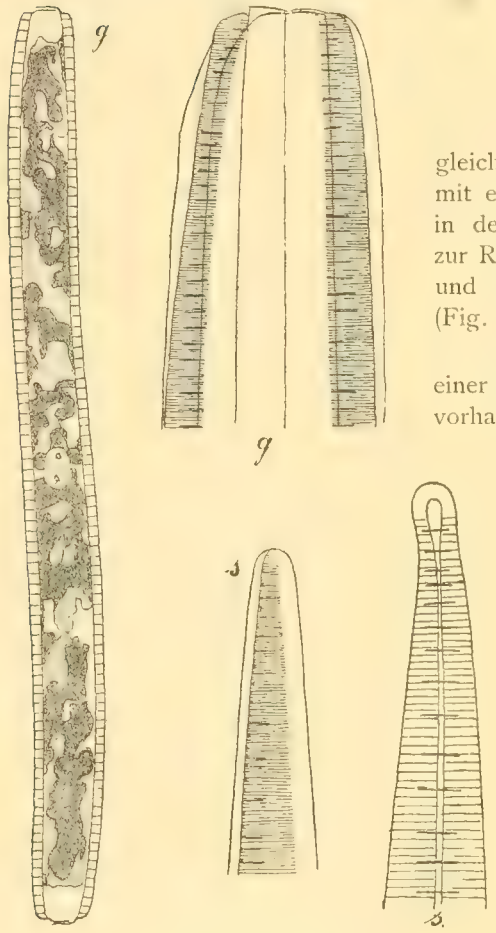


Fig. 174. *Nitzschia spectabilis* Ralfs.
1000 : 1. g 320 : 1.

15. *Nitzschia spectabilis* (Ehr.) Ralfs. (157.)

340 : 12 μ.

Gürtelseiten gerade oder sehr schwach sigmoïd, in der ganzen Länge gleich breit. Schalen gerade oder ein wenig eingebogen. Raphe excentrisch, mit einer schmalen Flügelleiste versehen, die an den Enden breiter ist als in der Mitte. 4—6 Kielpunkte und 10—11 feine Perlstriche rechtwinkelig zur Raphe auf 10 μ. Jeder zweite oder dritte Kielpunkt zu einer stärkeren und ziemlich deutlichen Linie in Richtung der Perlstriche verlängert. (Fig. 174.)

Zwei Chromatophoren liegen beiderseits des medianen Zellkernes einer Gürtelseite an. Die Ränder sind sehr reich zerschlitzt; keine Pyrenoïde vorhanden.

D. T. 535.

V. H. Syn. 180. LXVII. 8. 9.

Cleve u. Grunow. Arct. D. 92.

Juhlin-Dannfelt. 37.

In einer Kultur von Boje C vom Mai—August zwischen Sphacelarien und Polysiphonien vereinzelt; ebenso Eckernförder Bucht: Mittelgrund.

Untergattung 22. *Lineares.*

Juhlin-Dannfelt l. c.:

N. linearis W. Sm.
N. l. var. *gracilubenta* Grun. } Süsswasserformen.
N. vitrea Normann.

Untergattung 23. *Lanceolatae.*

Schalen lanzettlich, lineal-lanzettlich. Kiel sehr excentrisch, Kielpunkte nicht verlängert.

16. *Nitzschia lanceolata* W. Sm. (158.)

230—250 : 20 μ.

Gürtelseite breit, von zahlreichen Längsstreifen (nicht Falten wie V. H. will), 15 auf 10 μ gezeichnet. (Fig. 175.)

Schalen an den Enden zugespitzt, in der Mitte etwas bauchig geschwollen. Kiel excentrisch, Kielpunkte keineswegs sehr regelmässig, etwa 3—4 auf 10 μ. Neben dem Kiel schienen mir Längslinien eine auf jeder Seite zu verlaufen. Schalenzeichnung nicht deutlich zu erkennen.

Chromatophoren zwei, in der Zellmitte sich fast berührend. Sie liegen einer Gürtelseite an und greifen über die Schalen bis auf die andere Gürtelseite hinüber. Keine Pyrenoïde.

Auf Schlick von Boje C vom November 1897 in Kultur, beobachtet im Februar 1898.

D. T. 538.
W. Sm. I. 40. XIV. 118.
V. H. Syn. 182. LXVIII. 1. 2.
Cleve und Grunow. Arct. D. 94.
Juhlin-Dannfelt. 38.

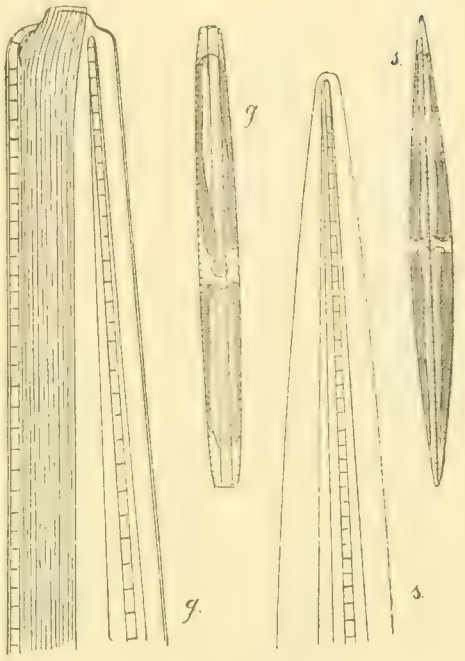


Fig. 175. *Nitzschia lanceolata* W. Sm. 1000 : 1. 250 : 1.

17. *Nitzschia subtilis* Grun. var. (159.)

60—80 : 6 μ.

Gürtelseite lineal.

Schale schmal lineal mit verjüngtem, schliesslich etwas knopfig angeschwollenem Ende. Kiel excentrisch; 5, an den Enden 10 Kielpunkte auf 10 μ. Schalen sehr dünn scheinbar ohne Zeichnung. (Fig. 176.)

Zwei Chromatophoren liegen einer Gürtelseite an und sind mit den Rändern auf beide Schalen umgeschlagen. Pyrenoïde fehlen.

D. T. 539.
V. H. Syn. LXVIII. 12 stimmt sehr genau.
Cleve und Grunow. Arct. D. 95.
Juhlin-Dannfelt. 38. *N. subtilis* var. *paleacea* Grun.

Lebhaft bewegliche Form auf Schlick von Boje D aus 18 m Tiefe. Mai 1898.

Bei Juhlin-Dannfelt ferner: *N. Kützingiana* Hilse und *N. K.* var. *exilis*, beides Süsswasserformen.

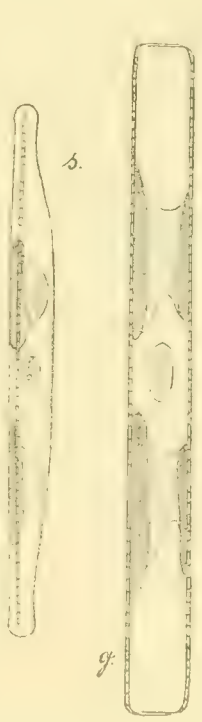


Fig. 176. *Nitzschia subtilis* Grun. 1000 : 1.

Fig. 177. *Nitzschia Closterium* W. Sm. 1000 : 1.

Untergattung 24. *Nitzschiella.*

Schalen mit excentrischem Kiele und lang vorgezogenen Spitzen.

18. *Nitzschia Closterium* W. Sm. (160.)

50—84 : 3—4 μ.

Schale elliptisch-lanzettlich, lang geschnäbelt. Schnäbel nach derselben Seite umgebogen. Kiel excentrisch. (Fig. 177.)

Zwei plattenförmige Chromatophoren beiderseits des in medianem Plasmabande befindlichen Kernes. Jedes Chromatophor mit einem Pyrenoïd.

Sehr kleine, ihrer geringen Dimensionen und grossen Beweglichkeit halber schlecht zu beobachtende Form.

D. T. 548.
V. H. Syn. (Grunow) 185. LXX. 5. 6. 7. 8.

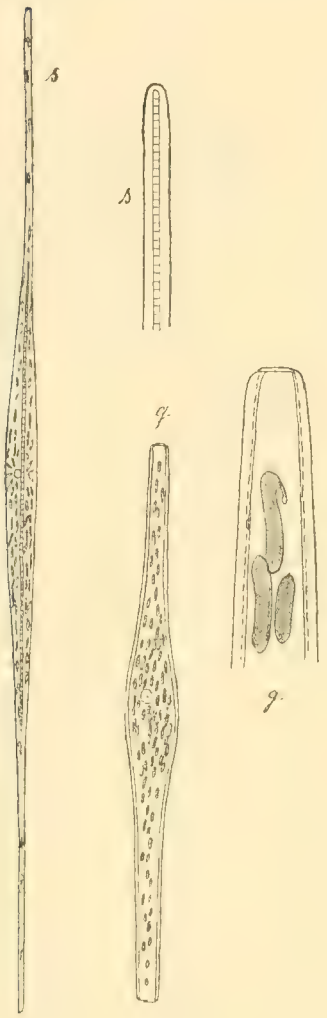


Fig. 178. *Nitzschia longissima* Ralfs. 250 : 1. und 1000 : 1.

Cleve und Grunow. Arct. D. 101.
Juhlin-Dannfelt. 38.

Im Frühjahr häufig auf Küstensand bei Korügen, in Kultur gut aushaltend und sich stark vermehrend. Im Frühjahr, besonders aber im Sommer und Herbst massenhaft auf Schlick überall, auch in der *Beggiatoa*-Vegetation des Kieler Bootshafens; im Plankton nicht selten.

19. *Nitzschia longissima* (Breb.) Ralfs. (161.)

126—616 μ.

Schalen lanzettlich, sehr lang geschnäbelt. Kiel excentrisch, Kielpunkte 8—10 auf 10 μ. Weitere Schalenzeichnung scheint zu fehlen. (Fig. 178.)

Zahlreiche längliche bis rundlich-ovale Chromatophoren ohne Pyrenoïd.

Auxosporenbildung nach Typus II. cf. G. Karsten. Diatomeen III. 207.

D. T. 547.
W. Sm. I. 42. XIV. 119.
V. H. Syn. 185. LXX. 12.
Cleve u. Grunow. Arct. D. 100.

Vom September (1896 u. 1897) an häufiger sowohl im Küstensand, wie an Pfählen und im tieferen Wasser zwischen Bodenpflanzen auftretend. Fehlt im Frühjahr und Sommer. Auf Schlick das ganze Jahr hindurch zu finden, z. B. Kieler Föhrde fast überall, Eckernförder Bucht u. s. w. Im Juli—August beginnt hier eine lebhafte Vermehrung und Auxosporenbildung. Mai—August 1898.

Juhlin-Dannfelt giebt ferner an:

N. reversa W. Sm.
N. gracilis Breb.
N. acicularis var. *Closterioïdes* Grun.

Die beiden letzten Süsswasserformen.

Von anderen Nitzschieen nennt Juhlin-Dannfelt l. c. noch:

Hantzschia amphioxys Grun., Süsswasserform.
H. virgata Rop., Meeresform.
Homoeocladia filiformis W. Sm. } Meeresformen.
H. biceps Schum. }
H. baltica n. sp. }

VII. Surirelleen.

Zellen einzeln, frei. Schalen-Umrisse keilförmig oder oval-kreisrund, in einer Ebene liegend oder mehr oder minder tordirt. Schalen mit geflügelten Randkielen, welche eine Kanalraphe führen. Pseudoraphe meist median ohne Andeutung von Knoten.

Chromatophoren: zwei Platten, die sich über beide Schalen ausbreiten, auf die Gürtelseiten mehr oder minder umgeschlagen sind, aber wohl immer noch durch einen kurzen Fortsatz mit einander in Verbindung bleiben. Ein Zellkern in medianem Plasmabande.

Genus 27. *Surirella.* Turpin.

Schalen keilförmig, elliptisch oder oval mit Pseudoraphe versehen. Kanalraphe führender Kiel am Schalenrande; von hier aus gehen Rippen mehr oder weniger weit einspringend gegen die Pseudoraphe hin. Die Gürtelseite zeigt mehr oder weniger weit vorspringende, meist gewellte Flügel, die den Kiel darstellen.

Chromatophoren zwei auf den Schalenseiten ausgebreitete Platten wie oben. Theilung der Platten nach Pfitzer durch Spaltung ihrer Fläche parallel.

Zu vergleichen im übrigen Pfitzer. Bacillariaceen. 107. ff. und bezüglich der Raphe. O. Müller Ortsbewegung III. Ber. D. Bot. Ges. 1896. 54.

Auxosporenbildung der Surirelleen ist von Pfitzer[1]) beobachtet, der leider versäumt hat, eine brauchbare Zeichnung davon zu geben. Der Vorgang entspricht dem Typus III.

Zwei Zellen legen sich mit den spitzeren Enden aneinander und heften sich durch Gallertausscheidung fest. Der Inhalt jeder Mutterzelle contrahirt sich zu einem kugeligen Plasmaballen und beide vereinigen sich zwischen den weit klaffenden Schalen hindurch zu einer einzigen ellipsoïdischen Auxospore, die durch ihr ferneres Wachsthum die anhaftenden Schalenpaare immer weiter auseinander drängt. Innerhalb des Perizonium werden dann in üblicher Weise die Schalen des Tochter-Individuum's ausgeschieden.

1. *Surirella Gemma* Ehr. (162.)

140—160 : 65—68 μ.

Schalen elliptisch. Pseudoraphe median, schmal. Rippen gehen bis an die Pseudoraphe, etwa 2 auf 10 μ. Feingeperlte Striche zwischen den Rippen und ihnen parallel, ca. 18 auf 10 μ. (Fig. 179.)

Chromatophoren zwei stark gelappte Platten an den Schalenseiten.

D. T. 575.

W. Sm. I. 32. IX. 65.

V. H. Treat. 372. XIII. 582.

Juhlin-Dannfelt. 40.

April—Mai, Korügen auf Sandboden.

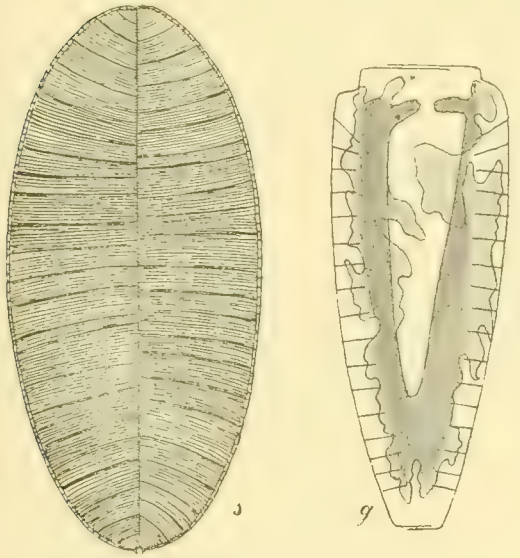


Fig. 179. *Surirella Gemma* Ehr. s. 500 : 1. g. 320 : 1. g. im optischen Durchschnitt gezeichnet.

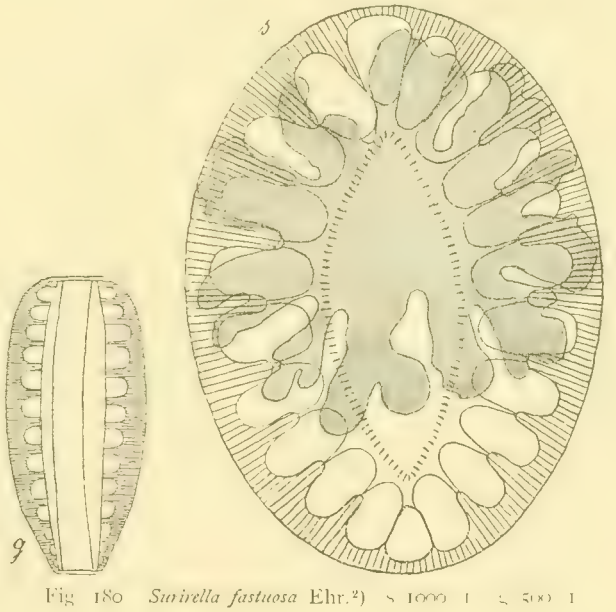


Fig. 180. *Surirella fastuosa* Ehr.[2]) s. 1000 : 1 s. 500 : 1

2. *Surirella fastuosa* Ehr. (163.)

76 : 54 μ

Schalen breit oval. Rippen am Rande sehr stark, gegen die Mitte zu mehr und mehr verschmälert. Pseudoraphe breit elliptisch mit spitzen Enden. Radiale Striche zart, etwa 15 auf 10 μ.

Chromatophoren zwei stark ausgelappte Platten an den Schalenseiten. (Fig. 180.)

---

[1]) E. Pfitzer. Bau und Entwickelung der Bacillariaceen. 117.

[2]) Chromatophor im Absterben begriffen.

D. T. 582.
W. Sm. I. 32. IX. 66.
V. H. Syn. 188. LXXIII. 17. 18.

Boje C, Mittelgrund etc. auf Steinen und Muscheln wie überall auf Schlick doch nirgends sehr häufig. Vermehrte sich Sommer 1897 in einer Kultur massenhaft ohne jedoch Auxosporen zu produciren.

Juhlin-Dannfelt 39. 40. nennt folgende weiteren Formen:

Surirella Capronii Breb.
S. elegans Ehr.
S. striatula Turp.
S. ovata Ktzg.
S. ovalis Ktzg.
S. salina W. Sm.
S. crumena Breb.
S. angusta Ktzg., ferner:
Cymatopleura Solea W. Sm.
C. elliptica Breb.

Genus 28. *Campylodiscus* Ehr.

Schalen kreisförmig, jedoch durch Verbiegung unregelmässig erscheinend. Sonst wie *Surirella*.

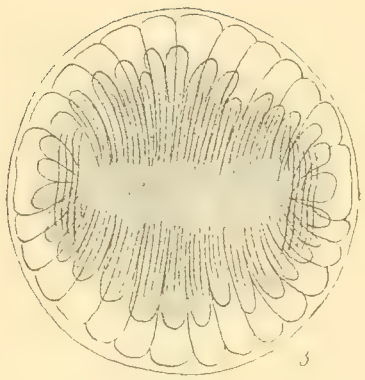


Fig. 181. *Campylodiscus parvulus* Ehr. 1000 : 1.

1. *Campylodiscus parvulus* W. Sm. (164.)

44 : 40 μ.

Rippen schwach, Striche zwischen den Rippen zart, Pseudoraphe breit. (Fig. 181.)

Zwei am Rande reich zertheilte Chromatophoren den Schalen anliegend.

D. T. 622
W. Sm. I. 30. VI. 56.
V. H. Syn. 191. LXXVII. 2.
Juhlin-Dannfelt. 41. auf Autorität von Schumann.

Auf Schlick nicht selten doch stets vereinzelt.

2. *Campylodiscus Echeneis* Ehr. (165.)

130 μ im Durchmesser.

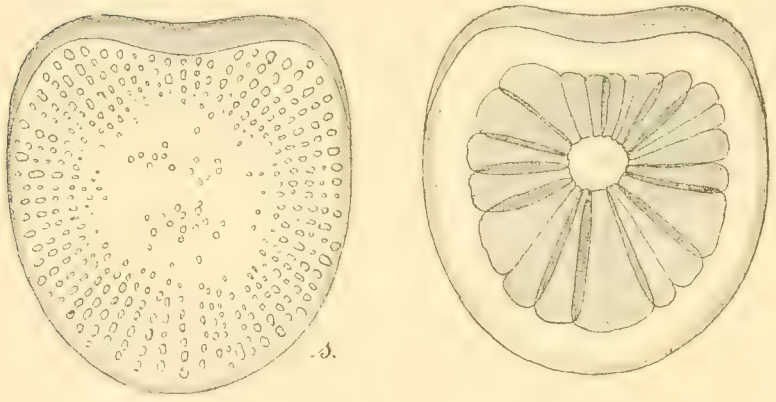


Fig. 182. *Campylodiscus Echeneis* Ehr. 320 : 1.

Rippen der Schale fehlen. Grosse Perlen, einzeln oder in radiale Reihen geordnet, in der Mitte weniger regelmässig als am Rande. (Fig. 182.)

Zwei in der Mitte durchbrochene, vielfach gefaltete und am Rande stumpf begrenzte Chromatophorenplatten liegen den Schalen an.

D. T. 614.
W. Sm. I. 29. VII. 55 = *C. cribrosus*.
V. H. Syn. 191. LXXVI. 1 u. 2.
Juhlin-Dannfelt. 41.

Auf Sandboden und auf Schlick März bis Juli, vereinzelt.

Ausserdem nennt Juhlin-Dannfelt als in der Ostsee vorkommend *Campylodiscus Clypeus* Ehr.

Allgemeiner Theil.

A. Pflanzengeographische Ergebnisse der Untersuchungen.

Das Gebiet.[1])

Die Umgrenzung der Kieler Bucht wird im Süden durch die Insel Fehmarn gegeben. Eine quer über die engste Stelle des Fehmarnsundes gezogene Linie ist als Grenze gegen die südlich daran stossende Mecklenburger Bucht angenommen. Im Osten bildet die deutsch-dänische Grenzlinie den Abschluss des Gebietes, welches im Norden bis an die Küste von Alsen reicht. Innerhalb des so umschriebenen Untersuchungsgebietes, welches also die Hohwachter Bucht, Kieler Föhrde, Eckernförder Bucht und Flensburger Föhrde umfasst, ist aus Zeitmangel unberücksichtigt geblieben der innere Theil der Flensburger Föhrde von der Zollstation Holniss ab und der innere Theil der Geltinger Bucht wie vom Hoeruphaff.

Die physikalischen Verhältnisse und die Bodengestaltung dieses Abschnittes der Ostsee sind sehr gut bekannt, die Fauna wie die Flora sind Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen.

Die Wassertiefe ist bekanntlich in der ganzen Ostsee auffallend gering, sie geht in dem Gebiete nicht erheblich über 30 m hinaus, grosse Strecken erreichen die 20 m-Grenze nicht. Eine in der Tiefe hinziehende Strömung führt dauernd das salzreiche Wasser des Kattegat durch den kleinen (und für die südlicheren Theile auch den grossen) Belt diesem Abschnitte der Ostsee zu, während das salzärmere Oberflächenwasser mehr durch den Sund abfliesst. So ist in der Kieler Bucht mit der grösste Salzgehalt des baltischen Meeres anzutreffen.

Der räumlich viel weiter ausgedehnte östliche und nördliche Abschnitt des Ostsee (östlich des Fehmarnbeltes) ist bekanntlich Dank der grossen in ihn einmündenden Ströme bedeutend salzärmer, und von diesem Gesichtspunkte aus erscheint die Vergleichung unserer Diatomeen-Flora mit der von Juhlin-Dannfelt[2]) aufgestellten Liste von Diatomeen, die hauptsächlich an der südöstlichen Küste von Schweden zwischen Gefle und Malmö gesammelt sind, von Interesse. Im speciellen Theil findet sich bei jeder Form, die auch in Dannfelt's Liste aufgeführt ist, das Citat angegeben, wie als Beschluss jeder Gattung resp. Untergattung

---

[1]) Die hier folgenden Ausführungen basiren auf: H. A. Meyer und K. Möbius. Fauna der Kieler Bucht I. u. II. Leipzig. W. Engelmann. 1865, mit einer für damalige Verhältnisse mustergültigen Einleitung über geograph. und physikal. Verhältnisse der Kieler Bucht.

H. A. Meyer. Unters. über Physikal. Verhältnisse des westlichen Theiles der Ostsee. Kiel. 1871. und auf den bekannten Publikationen der Kieler Meereskommission, insbesondere:

Gustav Karsten. Die Beobachtungen an den Ostseestationen etc. Jahresber. d. Kommisson. Jahrg. I—XXI. 1871—1890.

V. Hensen. Ueber die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Thieren. Jahresber. d. Kommission XII—XVI. 1887.

J. Reinke. Algenflora der westlichen Ostsee deutschen Antheils. Jahresber. d. Kommission XVII—XIX. 1889.

J. Reinke. Eine botan. Expedition in der Nordsee. ibidem Heft III. 1893.

Th. Reinbold. Untersuchung des Borkum Riffgrundes. ibidem.

J. Reinke. Zur Algenflora der westlichen Ostsee. Wissensch. Meeresuntersuchungen I. Heft 2. 1896.

Gustav Karsten. Die physikalischen Beobachtungen an den Stationen. Ueber die bisherigen Ergebnisse und über fernere Aufgaben zur Physik d. deutsch. Meere. ibidem.

[2]) Juhlin-Dannfelt, H. J. On the diatoms of the Baltic Sea. Bih. till. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akad. Handl. VI. 1880—82, Die älteren Angaben von J. Schuman sind hier überall berücksichtigt, so dass ich sie nicht besonders anzuführen brauche.

oder Section diejenigen Formen genannt sind, die seiner Aufzählung angehören, ohne von mir gefunden zu sein; dabei ist nach De Toni's Sylloge das Vorkommen dieser mir fehlenden Arten, ob Salz- oder Süsswasserform registrirt.

Ein Vergleich zeigt nun sofort, dass einmal die typisch marinen Formen, von denen ich nur nenne: *Thalassiothrix longissima, Grammatophora angulosa, Rhabdonema adriaticum, Striatella unipunctata* u. s. w. bei Juhlin-Dannfelt fehlen, sie kommen in dem salzarmen Wasser seines Beobachtungsgebietes nicht mehr vor, während er anderseits typische Süsswasserformen, (cf. z. B. die zahlreichen *Gomphonema-* und *Navicula-*Arten) als im Meere vorkommend aufführt, die in der Kieler Bucht nicht gedeihen können. Eine dritte und grösste Anzahl von Formen ist beiden Gebieten gemeinsam, also anpassungsfähig.

Schliesslich sind noch vereinzelte Formen zu erwähnen, die wie *Navicula aucklandica, Navicula velata* u. s. w. aus weit entfernten Gebieten bisher allein bekannt geworden waren. Man kann über die Wahrscheinlichkeit, dass an zwei so weit von einander entfernten Orten der Erdoberfläche identische Species vorkommen, verschiedener Meinung sein. Jedenfalls sind unsere Kenntnisse der Meeresschlick bewohnenden Diatomeen auch aus den uns nächst gelegenen Meeren noch viel zu dürftige, um eine solche Identificirung apriori als ausserhalb jeder Wahrscheinlichkeit liegend hinzustellen.

Von weiteren die Verbreitung der Diatomeen im Gebiete bedingenden Factoren sind einige von andauerndem Einfluss, während andere periodischem Wechsel unterliegen.

Zu den ersteren gehören Bodenbeschaffenheit und die Wassertiefe. Da es unwahrscheinlich ist, dass der Wasserdruck bei den geringen in Frage stehenden Tiefen von Einfluss auf die Diatomeen-Verbreitung sein könne, während die von der Wassertiefe ebenfalls abhängige Lichtmenge bei den periodisch wechselnden Factoren zu besprechen ist, so bleibt hier nur die Bodenbeschaffenheit, oder in weiterem Sinne das Substrat für eine Betrachtung übrig

Der flache Strand besteht fast überall aus feinem grauem, weissem oder gelbem Sand, der mit gröberen Kieseln mehr oder weniger vermischt sein kann. Dieser Sandboden fällt mit meist geringem Neigungswinkel gegen die Tiefe hin ab und besitzt auch in der Tiefe erhebliche Ausdehnung. Hin und wieder sind feste harte Thonbänke in geringerer Ausdehnung vorhanden. Höher liegende Steinbänke finden sich entweder als gegen das Land hin ansteigende Rücken oder sind allseitig von tieferem Wasser umgeben.

Der tiefste Grund wird aber stets von einer schlammigen, grauen oder schwarzen Masse gebildet, die als Schlick oder Mudde bezeichnet zu werden pflegt. Dieser Schlick ist von breiiger Consistenz und hat daher, wie Möbius[1]) nachwies, die Tendenz in die tieferen Lagen abzufliessen. Er ist stets mit organischen Theilchen, meist, soweit der Augenschein erkennen lässt, von vermodernder Zostera herrührend, stark durchsetzt, oft besteht er nur aus solchen und hat dann tiefschwarze Farbe, oft sind feinst zertheilte Thonpartikelchen den organischen Massen beigemengt, wodurch eine hellere Färbung bedingt wird.

Die Vertheilung der Vegetation auf diesen Bodenverhältnissen ist von Reinke[2]) kurz folgendermassen formulirt: „Fester Meeresgrund ist bewachsen, beweglicher Meeresgrund ist unbewachsen". Sandboden trägt meist *Zostera*, auf dazwischen eingestreuten Steinen hat sich *Fucus vesiculosus* angesiedelt. Der grösste Reichthum und die grösste Mannigfaltigkeit der Algenvegetation kommt auf den Stein- und Muschselbänken zum Vorschein. Dagegen bleibt der durch die Brandung beweglich erhaltene Sand der flachen Küste und der lose breiige Schlick unbewachsen.

Die Berücksichtigung der Diatomeen-Vegetation bringt eine Modification dieser Verhältnisse mit sich.

Betrachtet man an heiteren, sonnigen Tagen des ersten Frühjahres den kahlen Sandboden an Stellen, wo der vom Lande kommende Wind keine erhebliche Kräuselung, geschweige denn eine Brandung hervorzurufen vermag, so fallen leicht die kleinen Sandwellen im flachen Wasser ins Auge und ihnen wellenartig folgend eine mehr oder weniger intensive goldgelbe-braune Färbung des Sandes. Bleibt das ruhige Wetter ein paar Tage erhalten, so wächst die Intensität der gelbbraunen Färbung, bis die erste stärkere Brandung alles wieder zerstört. Man kann sich leicht überzeugen, dass zahllose Diatomeen-Individuen, die in geschäftiger Bewegung sind, die gelbe Farbe bedingen. *Pleurosigma Fasciola* und *Pl. Spenceri, Navicula scopulorum, directa, viridula, humerosa, elliptica, complanata* etc. *Nitzschia hybrida, bilobata, Surirella Gemma* und zahlreiche andere tummeln sich hier lebhaft durcheinander. Sie lassen sich mit dem Sandboden in Glashäfen gebracht, leicht

[1]) K. Möbius. Wo kommt die Nahrung für die Tiefseethiere her? Zeitschr. f. wiss. Zoologie. XXI. Lpzg. 1871. 294.
[2]) Algenflora l. c. pg. 11.

kultiviren. Die Brandung schwemmt dann die relativ leichten Diatomeenzellen fort und erst nach Wiedereintritt ruhigeren Wassers beginnt die Sammlung auf der Sandoberfläche und die ihr Vorhandensein verrathende starke Individuenzunahme von Neuem.

Auch in tieferen Lagen ist auf der Oberfläche des Sandes eine Diatomeenvegetation vorhanden, wenn der Boden nicht von *Zostera* oder Algenvegetation verdunkelt wird. Sonst siedeln sich die Diatomeen auf oder zwischen den höheren Pflanzen an. Ebenso sind grössere Steine in jeder Wassertiefe, *Mytilus*-Schalen, besonders wenn andere Algen darauf wachsen, Brückenpfosten, Pfähle etc. fast niemals frei von Diatomeen. An Pfählen und Brückenpfosten findet man fast alle Formen aus der Brandungsregion wieder. Auf Steinen und *Fucus*-Pflanzen bilden die *Navicula (Schizonema) corymbosa*, *ramosissima*, *mollis* und *Grevillei* die bekannten Gallertschläuche, die mannigfachst verzweigt und mit Individuen vollgepfropft den Habitus von *Ectocarpus*-Räschen nachahmen. Auf *Zostera*-Blättern tritt bereits im Frühjahr eine immer dichter werdende Vegetation von *Brebissonia Boeckii* auf, die mit ihren fortwachsenden Gallertstielen und dichtrasigem Wuchse alle Konkurrenten aus dem Felde schlägt und schliesslich in sammetähnlichen Reinkulturen die Blätter überdeckt, bis nach plötzlich erfolgter Auxosporenbildung der ganze Ueberzug abfällt, und die bis dahin braun überzogenen *Zostera*-Blätter ihre natürliche grüne Farbe wiedergewinnen. Weniger wählerisch sind die gleichfalls gestielten *Licmophora-*, *Rhoicosphenia-* und *Achnanthes*-Arten, die sowohl auf Steinen, wie auf *Fucus-* und *Ectocarpus*-Pflanzen, auf Pfählen etc. vorkommen.

Am ergiebigsten ist es im Frühjahre von den Stein- und Muschelbänken aus 5—15 m Tiefe dichte *Polysiphonia*-Rasen oder *Chaetopteris*-Pflänzchen, auch *Sphacelaria arctica*, die gerne zwischen *Furcellaria fastigiata* und *Phyllophora* sich einnistet, womöglich mit dem Stein oder der Muschelschale, auf denen die Pflänzchen haften, zur Untersuchung mitzunehmen. *Rhoicosigma compactum*, *Pleurosigma rigidum* und *Pl. giganteum*, *Auricula staurophora*, *Amphiprora-*, *Donkinia*-Arten sind in den dichten Räschen verborgen und gelangen bei passender Kultur leicht auf die Objektträger und damit zur Beobachtung. *Epithemia turgida* var. *Westermanni*, *Rhopalodia gibba*, *Rh. Musculus*, *Rh. Gibberula* haften ebenso wie *Cocconeis*-Arten mit ihren Unterseiten an den Zweigen der Polysiphonien etc.

Während aber alle bisher genannten Formen beweglich sind und ihren Standplatz beliebig verändern können, sind andere nicht dazu befähigt. *Synedra crystallina*, *S. affinis*, *S. Gaillionii* sitzen an einem Zellende mit kleinen Gallertpolstern festgeheftet den betreffenden anderen Algen einzeln oder büschelweise auf und zwischen den reich verästelten Zweigen der *Polysiphonien* und *Sphacelariaceen* schlingen sich breite Bänder von *Rhabdonema arcuatum*, *Rh. adriaticum* und *Rh. minutum* hindurch, die an einem Ende mit kleinen Gallert-Eckpolstern an beliebigem Substrate haftend, sich zu einem unentwirrbaren Geflechte zu verschlingen pflegen. Zierliche Zellen von *Striatella* sitzen einzeln ebenfalls mit einer Ecke am Substrat fest. Das ist ein Bild, wie es z. B. auf die im speciellen Theile vielgenannte Boje C. passen würde.

Den grössten Formenreichthum aber wies die mit Schlick gefüllte Thalsohle auf. Ueber diesem beweglichen, zäh flüssigen Boden war stets ein unerschöpflicher Formenreichthum ausgestreut. Besonders die Gattungen *Amphora* und *Nitzschia*, doch auch *Navicula*, *Pleurosigma*, *Tropidoneis*, *Amphiprora* und *Auricula* stellten hier die Hauptmasse der Vegetation.

Freilich ist der Nachweis dieser Vegetation nicht so ganz einfach zu führen, denn in einer frisch heraufgebrachten Schlickmenge nach Diatomeen suchen, wäre ein ziemlich vergebliches Unternehmen. Mit Hülfe eines Kulturverfahrens gelingt es jedoch recht gut.

Zunächst also die Schlickeinholung. Ich benutzte zu dem Zwecke einen aus der Apparatensammlung der K. Kommission entnommenen sogenannten „Soolheber". Das ist eine schwere, gerade Messingröhre von ca. 10 cm Durchmesser, deren obere und untere Oeffnung durch zwei gleichsinnig nach oben sich öffnende Ventile geöffnet und geschlossen werden können. Lässt man einen solchen, möglichst beschwerten Messingcylinder, an einer Lothleine in geeigneter Weise befestigt, mit dem unteren Ende voran, senkrecht ins Wasser fallen, so wird beim Falle durch den Widerstand der durchfallenen Wassersäule das untere wie obere Ventil geöffnet bleiben. Die Oberfläche des Schlickgrundes wird gleichfalls durchschlagen, gleich darauf ist der Fall beendet, die Ventile schliessen sich. Zieht man den Soolheber jetzt in die Höhe, so bleiben die Ventile geschlossen und man erhält beim Ausgiessen in ein Glasgefäss eine schwärzlich-graue im Wasser aufgerührte Schlickmenge. Die Bestandtheile des Schlick müssen sich in dem ruhig stehenden Gefässe in der Art absetzen, dass die specifisch leichtesten schliesslich auf die Oberfläche gelangen. Lässt man nun diese Glashäfen, die natürlich einzeln mit genauer Standortsangabe versehen werden, an einem hellen Orte — im botanischen Institut war

ein grosses Nordfenster dafür zur Verfügung — stehen, so geht die Vermehrung der darin enthaltenen Diatomeen in normaler Weise vor sich. Und nach 8—14 Tagen sieht man die schräg gegen die Gefässwandung gestellten Objektträger und die Bodenoberfläche mit einem dichten gelbbraunen Ueberzug bedeckt, der aus einer unzähligen Masse der verschiedensten Diatomeen besteht.

Da es zunächt nicht auf eine Vergleichung der an den verschiedenen Stellen vorhandenen Menge von lebenden Diatomeen sondern nur auf die Feststellung ihres Vorkommens ankam, so wird gegen das Verfahren kaum etwas einzuwenden sein. Doch liesse sich schliesslich auch ein quantitativer Vergleich in ähnlicher Weise durchführen.

Das Resultat ist nun kurz gesagt, dass in dem Schlick niemals vergebens nach Diatomeen gesucht ward. In den ersten Frühjahrsmonaten war die Schlickvegetation zwar spärlich, was auf die niedrige Temperatur der tieferen Wasserschichten zurückzuführen sein wird. Je weiter aber die Versuche ausgedehnt wurden, um so reichhaltiger erwies sich der Schlick. Formen, die ich sonst niemals gefunden, hatten hier ihre Heimath und andere, auf deren Auxosporenentwickelung ich lange gewartet hatte, kamen nach 2—4 Wochen Kultur auf Schlick, ohne Wasserwechsel, in reichlicher Menge zur Auxosporenbildung.

Als einen Specialfall des Vorkommens auf Schlick kann man die massenhafte Ansammlung von Diatomeen in der *Beggiatoa*-Vegetation des weissen oder todten Grundes ansehen. Die *Beggiatoa*-Vegetation ist von Engler zum Gegenstand einer kleinen Studie gemacht worden[1]). Engler unterscheidet den dichten weissen Filz, der im flachen Wasser des Kieler Bootshafens den Boden dicht überzieht und auch im Winter, soweit ich beobachten konnte, niemals ganz verschwindet; dieser Ueberzug besteht aus *Beggiatoa alba* var. *marina* Cohn. An anderen Stellen des Hafens, zum Theil in beträchtlicher Tiefe, fand Engler *Beggiatoa arachnoïdea* Rabenh. und *Beggiatoa mirabilis* Cohn.

Dass die Scheidung der Formen durch die Wassertiefe wirklich erheblich modificirt werde, möchte ich zwar bezweifeln. Die verschiedenen, schon durch ihren Durchmesser leicht zu unterscheidenden Formen fand ich fast immer durch einander vorkommend, wobei freilich bald die eine, bald die andere Art der Masse nach überwiegen konnte. Hier sollte jedoch nur erwähnt werden, dass bereits Engler auf die durch Diatomeen (*Melosira* und *Pleurosigma* werden genannt) bedingte bräunliche Färbung des Filzes hingewiesen hatte.

Thatsächlich sieht man mit blossem Auge schon in dem weissen Bodenfilz des Bootshafens grosse goldgelbe Flecke eingestreut, die ihrer Hauptmasse nach aus lebhaft beweglichen *Pleurosigma*-Arten, vor allem *Pleurosigma angulatum*, bestehen. Gegen den ausserordentlich starken Gehalt an Schwefelwasserstoff scheinen die oder doch diese Diatomeen also unempfindlich zu sein. Mehr vereinzelte *Beggiatoa*-Fäden finden sich übrigens in den Schlickproben häufiger, ja, fast immer zwischen reicher Diatomeenvegetation, ohne dass es überall zur Bildung eines dichten Filzes käme.

Endlich ist noch auf das Vorkommen einzelner der den pennaten Diatomeen angehörenden Formen im Plankton hinzuweisen. Hensen[2]) giebt in seinem grundlegenden Planktonwerk folgende zu den pennaten Diatomeen gehörende Formen als in der Ostsee gefunden an:

Campylodiscus ohne Speciesbezeichnung. (März—August.)
Synedra Hennedyana. Gjenner Bucht. (November—August.)
Nitzschia Closterium. (Das ganze Jahr hindurch.)
Thalassiothrix (= Synedra) nitzschioïdes Grun. (November—März.)

endlich eine *Amphora*, die Hensen der *Amphora quadrata* Bréb. vergleicht, aus der Gjenner Bucht. Die Abbildungen l. c. V. 52. zeigen, dass es sich um *Auricula punctata* handelt; man beachte besonders die Darstellung der Lage von Chromatophor und Kern zu einander, wie die Transapicalschnitte.

Von Engler[3]) sind ausserdem genannt:

Pleurosigma delicatulum W. Sm. und *Berkeleya Dillwynii* Grun.

Ich kann diese Angaben um folgende von mir im Plankton gefundenen pennaten Formen bereichern:

Fragilaria Crotonensis Kitton. Januar—März.
Synedra Ulna Ehr. var. *splendens* Ktzg. März.

[1]) A. Engler. Ueber die Pilzvegetation des weissen oder todten Grundes in der Kieler Bucht. Jahresbericht der Kommission VII—XI. 1. pg. 187. Berlin 1882.

[2]) V. Hensen. Ueber die Bestimmung des Plankton etc. Jahresber. d. Kommission XII—XVI. 1887. pg. 80.

[3]) A. Engler. Pelagische Diatomeen der Ostsee. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. I. 1883. pg. X.

Asterionella Bleakeleyii W. Sm. März.
Thalassiothrix longissima Cl. et Grun. März.
Brebissonia staurophora n. sp. März.
Amphora cymbelloïdes Grun. } in Kultur oft als Kamhaut.
Auricula hyalina (Ktzg.) }
Nitzschia paradoxa Grun. Juni—November.
Nitzschia longissima Ralfs. Spätsommer und Herbst vereinzelt.

Werfen wir jetzt noch einen Blick auf einige periodisch-wechselnde Faktoren, denen eine Beeinflussung der Diatomeen-Verbreitung zugetraut werden darf.

Temperatur. Der jährliche Gang der Temperatur ist bereits von H. A. Meyer[1]) 1871 klar gelegt. Die weiter fortgesetzten Beobachtungen haben keine für unsere Zwecke erheblichen Aenderungen mehr geschaffen. Die wesentlichsten hier in Betracht kommenden Ergebnisse sind: „Die Temperaturen des Oberflächenwassers nehmen .... sehr vollständig an den Temperaturveränderungen der Luft Theil". „Der Einfluss der Lufttemperatur" dringt „mit einer geringen Verschiebung in den Monaten, in die Tiefe von 5 Faden" = 10 m. „In der grössten Tiefe (= 16 Faden oder ca. 32 m) sind Februar, März, April nahe einander gleich und die kältesten Monate, der Oktober hat die grösste Wärme. Aber die Gegensätze der Wärme haben sich erstlich bedeutend im Verhältniss zu den oberen Schichten vermindert und zweitens bleibt der Jahresmittelwerth erheblich gegen das Jahresmittel der Lufttemperatur zurück". . .

Diesen thatsächlichen physikalischen Verhältnissen steht nun eine ausserordentliche Verschiedenheit des specifischen Wärmebedürfnisses der Arten gegenüber. So haben die Planktonformen der Gattungen *Coscinodiscus*, *Chaetoceros* und *Rhizosolenia* ihre Hauptverbreitung gerade in den kältesten Monaten November bis März[2]) mit geringen Unterschieden in den einzelnen Species; *Sceletonema costatum* dagegen, ebenfalls eine Planktonform, ist im Hochsommer und Herbst am reichlichsten im Kieler Hafen vertreten.

Es beginnt die Diatomeen-Vermehrung auch bei den pennaten Formen im flachen Wasser der Küste bereits im Februar und März deutlich zu werden. Immerhin ist die Mehrzahl der Grunddiatomeen auf höhere Temperaturen abgestimmt und mit vorschreitender Jahreszeit macht sich eine stets reichere Mannigfaltigkeit geltend.

Eine Ausnahme nur dürfte davon bestehen. Das sind die *Schizonemen*, d. h. die aufgeführten in Gallertschläuche eingeschlossenen *Naviculaarten*, deren Hauptvegetation in die Monate April—Juni fällt, den Hochsommer aber nicht erreicht. Ich bin geneigt dieses Verhalten mit der Thatsache in Verbindung zu bringen, dass bei so früh beendeter Vegetation den *Schizonema*rasen kein Konkurrent den vollen Lichtgenuss streitig macht, während nachher einmal Zostera dann auch viele einjährige Algen z. B. die *Ectocarpeen* ganz ähnliche Standorte für sich in Beschlag nehmen. Eine allen Ansprüchen genügende Erklärung glaube ich damit freilich nicht gegeben zu haben. Zu beachten ist auch jedenfalls, dass die *Schizonemen* durchweg in den früh erwärmten geringeren Wassertiefen zu Hause sind.

Durch den oben kurz skizzirten Gang der Temperatur in den grösseren Tiefen, deren Temperaturmaximum erst auf den Monat Oktober fällt, während noch der April am Minimum Theil nimmt, erklärt sich einmal das auffallend späte Erwachen einer regeren Lebensthätigkeit der Schlickdiatomeen, andererseits die Verschiebung ihrer Hauptvegetation in den Hochsommer und Herbst. Dass eine Kultur in kleineren Glasgefässen in dieser Beziehung die Vegetationsperiode zu verschieben, nämlich zu verfrühen, geeignet ist, dürfte kaum zweifelhaft sein.

Eine leider etwas sehr spät im Oktober 1898 — anhaltend stürmisches Wetter hatte einen früheren Versuch vereitelt — vorgenommene Prüfung ergab gegen die Sommermonate bereits eine sehr erhebliche Abnahme der auf Schlick in ca. 25 m Tiefe vorhandenen Diatomeenmenge, obgleich ja das Temperaturmaximum dort erst im Oktober erreicht wird. Diese Thatsache erklärt sich leicht daraus, dass die Temperatur eben nur einer der für Zellenwachsthum und -Vermehrung in Betracht kommenden Faktoren ist.

Licht. Der zweite der periodisch veränderlichen Faktoren von erheblicher Bedeutung ist das Licht. Das jährliche Maximum an Lichtmenge und -intensität wird in dem Gebiete vor dem Temperaturmaximum erreicht und es nimmt diese Zeitdifferenz umsomehr zu, je grösser die in Rede stehende Wassertiefe ist.

[1]) H. A. Meyer. Unters. über d. Physikal. Verh. etc. 1871. pg. 64.
[2]) V. Hensen. Bestimmung des Plankton l. c. 82.—86.

Schon einige im Vorhergehenden erwähnte Erscheinungen stehen ohne Zweifel mit dem Lichtbedürfniss der Diatomeen in Verbindung. So ist der relative Reichthum der flachen Sandküste und der flach im Wasser liegenden *Beggiatoa*-Vegetation unter anderem auch von der grossen, durch keine erheblichen Wasserschichten verminderten Intensität des Lichtes abhängig; der tiefer liegende Sandboden ist viel weniger reich, und, wo gar beschattende *Zostera*-Blätter oder Algen vorhanden sind, wandern viele Diatomeen auf diese Gewächse hinauf, um den vollen Lichtgenuss zu behalten. Auch bei Besprechung der *Schizonemen* war auf das Licht hinzuweisen.

Doch ist auch beim Licht wiederum eine recht verschiedene Abstimmung der verschiedenen Formen wahrzunehmen. Die sämmtlichen *Rhabdonema*-Arten kommen kaum anders als in 8—15 m tiefem Wasser vor und sind hier bandförmig durch das Geäst der reich verzweigten und daher stark schattenden *Polysiphonien* und *Sphacelariaceen* gewunden. Ihr Lichtbedürfniss scheint ziemlich gering zu sein, dafür steht ihnen eine ausserordentliche Menge günstigst vertheilter Chromatophoren zur Verfügung, welche eine volle Ausnutzung gestatten. Ihre Kultur ist vielleicht aus dem Grunde so schwierig, weil ihnen zu grosse Lichtintensität und -Menge geboten wird.

Andere Diatomeen gehen in Schlickkulturen ganz auf die Seite des intensivesten Lichtes hinüber, setzen sich in ungezählten Mengen an die Wand des Gefässes und beschatten es für die übrigen Bewohner; so lichtbedürftig fand ich z. B. die kleinen *Amphora*-Arten: *veneta* und *coffeaeformis*, auch *Pleurosigma Nubecula* und *Amphiprora alata*.

Weitaus die Mehrzahl der kultivirten und dabei genauer beobachteten Diatomeen lässt jedoch keine auffallende Bewegung zur Lichtquelle hin oder von ihr ab erkennen, wenn sie etwa 1 m von einem hohen Nordfenster entfernt in Höhe des Fensterbrettes kultivirt werden. Sie waren und blieben völlig gleichmässig auf allen Theilen der Bodenoberfläche vertheilt, doch wohl ein Zeichen, dass ein bischen mehr oder weniger Licht ihre Bewegung nicht zu beeinflussen vermochte.

Endlich muss noch auf einzelne hie und da vorkommende Lebensänderungen hingewiesen werden, die bisweilen erheblichen Einfluss ausüben dürften. Da ist zunächst die durch Niveauschwankungen häufig verursachte Trockenlegung von Diatomeenrasen zu erwähnen. Schon bei Beobachtung von Objektträgerkulturen kommt es leicht vor, dass dieser oder jener Theil des Objektträgers abzutrocknen beginnt. Die davon betroffenen Diatomeen sterben nicht etwa sofort ab, doch ziehen sie ihren Protoplasmaschlauch an den gefährdeten Seiten von der Wand zurück, um ihn bei Zufluss genügenden Wassers wieder auszudehnen. Wenn aber die Abtrocknung weiter geht, dürfte ihnen, mindestens im Kulturzustande, der Tod gewiss sein.

Ob die Gefahr in natürlichen Lebensbedingungen auch so gross ist? Für die in dichten Rasen wachsenden Formen wird erst nach Verdunstung des zwischen den einzelnen Zell-Individuen festgehaltenen Wassers ein kritischer Zustand erreicht sein. Ob die Süsswasserdiatomeen, denen doch zum Theil jedes Jahr solche Kalamitäten mit Sicherheit bevorstehen, — man denke z. B. an das schöne, im Frühjahr in jeder Wegpfütze und Ackerwässerchen enthaltene *Meridion circulare* — besondere uns noch unbekannte Sporen ähnliche Zustände besitzen, in denen sie ein längeres Austrocknen ohne Schaden überstehen können?

Eine kurze Erwähnung fordert auch der Einfluss des Eises, welches bei Niveauänderungen z. B. oder wenn es in Schollen vom Winde bewegt wird, eine sehr beträchtliche mechanische Wirkung auszuüben vermag. Der Winter 1896/97 bedeckte die ganze Föhrde ein paar Wochen lang mit fester Eisdecke. Die gesammten Brückenpfosten und Pfähle, die mir im Jahre vorher eine reiche Diatomeenausbeute im ersten Frühjahre geliefert hatten, waren völlig kahl gescheuert und blieben lange steril. Um so reicher entwickelte sich in dem Jahre aber die Diatomenflora des flachen Sandstrandes, dem wohl eine Menge der von den Pfählen vertriebenen Individuen zugeführt sein mochte.

Chemische Wirkungen des aufthauenden Eises werden auf Diatomeen kaum einen irgendwie erheblichen Einfluss auszuüben vermögen, da das Meer kaum jemals so völlig ruhig sein dürfte, dass die beim Schmelzen des Eises entstehende Süsswasserschicht längere Zeit unvermischt erhalten bleiben kann.

Als Beschluss dieser pflanzengeographischen Skizze mögen einige Beobachtungsprotokolle angeführt sein, welche über das Zusammenvorkommen von Diatomeen an den verschiedensten Fundorten Aufschluss ertheilen.

Flacher Küstensand bei Korügen bis etwa 1 m Tiefe. Weisser Sand z. T. mit *Zostera* bestanden, *Fucus vesiculosus* auf einzelnen Steinen. März—April.

Fragilaria striatula Lyngb.
Navicula globiceps Greg.
Navicula bahusiensis Grun.
Navicula peregrina Ehr.

Navicula placentula Ehr.
Navicula dicephala W. Sm.
Navicula anglica Ralfs.
Navicula subtilis (Greg.)
Navicula crucigera W. Sm.
Navicula cancellata Donk. var. *Gregorii* Ralfs.
Navicula mollis (W. Sm.) Cl.
Navicula humerosa Breb.
Navicula elliptica Ktzg.
Navicula Smithii Breb.
Navicula Musca Greg.
Navicula didyma Ehr.
Navicula scopulorum Breb.
Navicula complanata Grun.
Pleurosigma litorale W. Sm.
Pleurosigma Fasciola W. Sm.
Pleurosigma Spenceri W. Sm.
Pleurosigma strigosum W. Sm.
Amphora ovalis Ktzg. var. *viridis.*
Amphora angusta (Greg.) Cl.
Amphora Terroris Ehr.
Nitzschia punctata (W. Sm.) Grun.
Nitzschia hybrida Grun.
Nitzschia bilobata W. Sm.
Nitzschia Sigma W. Sm.
Nitzschia valida Cl. et Grun
Surirella Gemma Ehr.
Campylodiscus Echeneis Ehr.

Beggiatoa-Vegetation aus dem Kieler Bootshafen. Etwa ½—1 m tief. September.

Navicula rhynchocephala Ktzg. var. *amphiceros* Ktzg.
Navicula salinarum Grun.
Navicula Cyprinus W. Sm.
Navicula ammophila var. *lata.*
Navicula crucicula W. Sm.
Pleurosigma Fasciola W. Sm.
Pleurosigma Nubecula W. Sm.
Pleurosigma marinum Donk.
Pleurosigma angulatum W. Sm. in ausser ordentlicher Menge.
Pleurosigma elongatum W. Sm.
Amphiprora alata Ktzg.
Nitzschia Sigma W. Sm.

Breitgrund südlich von Alsen. August 1898. 6—10 m tief, reiche Vegetation von *Halidrys siliquosa.*

Synedra crystallina.
Rhabdonema adriaticum in Menge und in Auxosporenbildung.
Rhabdonema arcuatum vereinzelt.
Striatella unipunctata.
Grammatophora marina.
Epithemia turgida var. *Westermanni* sehr reichlich.
Rhopalodia gibba.
Achnanthes longipes, einzelne Exemplare.
Pleurosigma intermedium.
Pleurosigma neglectum.
Rhoicosigma compactum.

Boje C. 5—15 m Tiefe[1]. Reiche Vegetation von *Polysiphonien, Spacelariaceen, Fucus serratus, Laminaria.* Untergrund grober Kies, grössere Steine und Mytilusschalen. März—Oktober

Synedra crystallina Ktzg.
Synedra affinis Ktzg.
Grammatophora marina (Lyngb.) Ktzg.
Rhabdonema arcuatum Ktzg. in Auxosporenbildung.
Rhabdonema adriaticum Ktzg. einzeln.
Rhabdonema minutum Ktzg. vereinzelt.
Striatella unipunctata Ag. einzeln, im Herbst häufiger.
Achnanthes longipes Ag. freie Individuen.
Navicula mollis (W. Sm.) Cl.
Navicula Reichardtii Grun.
Navicula pygmaea Ktzg.
Navicula Smithii Breb.
Navicula litoralis Donk.
Navicula Graeffii Grun.
Navicula gemmatula Grun.
Navicula interrupta Ktzg.
Navicula Musca Greg.
Navicula didyma Ehr.
Navicula Bombus Ehr.
Navicula Grevillei Ag.
Navicula complanata Grun.
Navicula abrupta Greg.
Navicula forcipata Grev.
Navicula Lyra Ehr.
Navicula aspera Ehr.
Pleurosigma longum Cl.
Pleurosigma staurolineatum n. sp.
Pleurosigma rigidum W. Sm.
Pleurosigma giganteum Grun.
Rhoicosigma compactum Grev.

[1]) Dieser Kiel nächst gelegene günstige Standort ist mir am genauesten bekannt geworden, daher sind seltnere Arten z. T. nur hier gefunden, obgleich sie auch sonst im Gebiete vorkommen werden.

Amphiprora paludosa W. Sm.
Amphiprora decussata Grun.
Mastogloia Smithii Thw.
Epithemia turgida var. *Westermanni* Ktzg.
Rhopalodia gibberula (Ktzg.) O. Müller.
Amphora decussata Grun.
Auricula staurophora n. sp.
Nitzschia angularis W. Sm.
Surirella fastuosa Ehr.

Schlickproben des Kieler Hafens. 3. August, untersucht 15. August.

1. Fahrwasser zwischen Seegarten und Kaiserl. Werft. 11 m.

Nitzschia subtilis und *Pleurosigma angulatum* vereinzelt.

2. Hafenboje 6. 13 m.

Pleurosigma intermedium.
Amphora veneta.
Nitzschia constricta.
Sceletonema costatum und einzelne Beggiatoen.

6. Vor Dorfstätte. 12 m.

Pleurosigma Nubecula sehr reichlich.
Pleurosigma intermedium.
Amphora veneta.
Nitzschia paradoxa } sehr reichlich.
Nitzschia longissima }
und viele *Beggiatoen.*

7. Kitzeberg. 7 m.

Navicula Cyprinus.
Pleurosigma Fasciola.
Pleurosigma intermedium.
Pleurosigma Nubecula.
Amphiprora alata.
Amphiprora paludosa.
Tropidoneis elegans.
Nitzschia bilobata.
Nitzschia angularis.
Nitzschia paradoxa (in Menge!)

9. Heikendorfer Bucht. 12½ m.

Navicula Smithii.
Amphiprora incisa.
Amphora coffeaeformis.
Nitzschia constricta.
Nitzschia paradoxa.
Nitzschia subtilis.
Nitzschia longissima in Auxosporenbildung.
Sceletonema costatum.

10. Möltenort. Richtung auf das Zollschiff. 16 m.

Navicula complanata.
Pleurosigma angulatum.
Amphiprora incisa.
Nitzschia subtilis.
Nitzschia Closterium.
Nitzschia longissima, reichlich Auxosporenbildung.

11. Telegraphenbake vis à vis Jägersbergboje. 16 m.

Navicula humerosa.
Navicula Smithii.
Pleurosigma Nubecula.
Pleurosigma strigosum.
Amphiprora incisa.
Amphiprora alata.
Amphiprora paludosa.
Amphora ovalis var. *viridis.*
Amphora Proteus.
Amphora veneta.
Amphora coffeaeformis.
Amphora Delta.
Nitzschia constricta.
Nitzschia subtilis.
Nitzschia longissima in Auxosporenbildung.

21. Wittlingskuhle. 27½ m. Tiefschwarz.

Navicula crucicula.
Pleurosigma angulatum und *Nubecula* vereinzelt.
Sceletonema costatum.
} Lebende Zellen!

Chaetoceros-Ruhesporen verschiedener Species
Einzelne *Beggiatoa*-Fäden
} Lebende Zellen!

Die Oberfläche dieser Kultur war von einer weisslichen, ausserordentlich leichten Menge von Setzstoffen in dicker Lage bedeckt, während die tiefschwarze, stark nach Schwefelwasserstoff riechende Schlickmasse darunter lag. Es erwies sich die ganze obere Schicht als aus einer unzähligen Menge von *Chaetoceros*-Borsten

der verschiedensten Arten bestehend, dazwischen *Rhizosolenia* und *Sceletonema*, *Melosira granulata* und *M. nummuloïdes*, lauter leere, gut erhaltene Schalen in ungeheurer Menge. Abgestorbene *Chaetoceros* Ruhesporen verschiedener Arten waren ebenfalls häufig; hier wäre vielleicht eine unerwartete Quelle, um Aufschluss über die Zugehörigkeit unbekannter Ruhesporen zu *Chaetoceros*-Arten zu gewinnen.

Es ist also eine sehr verarmte *Beggiatoa*-Vegetation vorhanden, die von einer grossen Masse stetig eingetriebener Diatomeenschalen etc. überdeckt wird. Die Strömungen des Hafens treiben offenbar in diese tiefste Stelle die leichteren Senkstoffe zusammen, da sonst die Menge unerklärlich bliebe. Ueber den Verbleib der Schalen ist das Schlusskapitel zu vergleichen.

Flensburger Föhrde. 9. und 10. August, untersucht 9. September.

1. Höruphaff Eingang Nordrand 17 m. Schlick.

Achnanthes longipes.
Navicula Liber.
Navicula pygmaea } in Auxosporenbildung.
Navicula didyma }
Navicula Smithii (riesig gross vielleicht eher *fusca*).
Navicula complanata.
Pleurosigma Spenceri.
Pleurosigma elongatum.
Pleurosigma eximium.
Rhoicosigma compactum.
Amphiprora incisa.
Amphora costata.
Amphora lineolata.
Amphora Epsilon.
Auricula staurophora.
Nitzschia paradoxa } in Auxosporenbildung.
Nitzschia longissima }
Campylodiscus parvulus.

2. Wenningbund Nordrand, tief einwärts. 16 m. Sandboden mit Beimischung von groben *Zostera*-Resten.

Navicula didyma } in Auxosporenbildung.
Navicula pygmaea }
Navicula ramosissima.
Pleurosigma Fasciola.
Pleurosigma intermedium.
Pleurosigma neglectum.
Cocconeis Placentula.
Amphora angusta.
Amphora Proteus.
Amphora robusta.
Amphora costata.
Amphora veneta } in Auxosporenbildung.
Amphora coffeaeformis }
Amphora Beta.
Nitzschia Tryblionella.
Nitzschia constricta.
Nitzschia paradoxa in Auxosporenbildung.
Nitzschia Sigmatella.
Nitzschia subtilis.

3. Sandbank Langballig gegenüber, Nordboje. 12 m. Rother Sandboden.

Navicula corymbosa.
Navicula mollis.
Navicula Liber.
Navicula pygmaea } in Auxosporenbildung.
Navicula didyma }
Navicula punctulata.
Navicula Lyra.
Pleurosigma angulatum.
Pleurosigma longum.
Pleurosigma strigosum.
Pleurosigma delicatulum.
Rhoicosigma compactum.
Tropidoneis elegans.
Amphiprora incisa.
Amphiprora alata.
Amphora robusta.
Amphora ovalis var. *viridis.*
Amphora veneta } in Auxosporenbildung.
Amphora coffeaeformis }
Amphora costata
Amphora Alpha.
Amphora Beta.
Amphora Teta.
Auricula hyalina in Auxosporenbildung.
Rhopalodia gibberula.
Rhopalodia Musculus.
Nitzschia punctata.
Nitzschia elongata.
Nitzschia bilobata.
Nitzschia valida.
Nitzschia paradoxa } in Auxosporenbildung.
Nitzschia longissima }

4. Hollniss Zollstation. 12 m. Schlickboden mit ganz grobfaserigen, vermodernden aber noch kenntlichen *Zostera*-Blättern etc.

Navicula peregrina.
Navicula Liber.
Navicula didyma } in Auxosporenbildung.
Navicula pygmaea }
Navicula Smithii.
Navicula complanata.
Navicula aspera.
Navicula Lyra.
Navicula punctulata.
Pleurosigma litorale.
Pleurosigma Spenceri.
Pleurosigma angulatum.
Pleurosigma longum.
Pleurosigma strigosum.
Tropidoneis elegans und *maxima.*
Amphiprora alata.
Rhopalodia gibberula.
Amphora ovalis var. *viridis.*
Amphora robusta.
Amphora lineolata.
Amphora veneta. } in Auxosporenbildung
Amphora coffeaeformis }
Amphora Alpha.
Amphora Beta.
Amphora Ehta.
Amphora Teta.
Amphora decussata.
Auricula hyalina.
nitzschia litoralis.
Nitzschia dubia.
Nitzschia hybrida.
Nitzschia Sigma.
Nitzschia Sigmatella.
Nitzschia paradoxa in Auxosporenbildung.
Nitzschia Closterium.
Nitzschia longissima in Auxosporenbildung.

Hohwachter Bucht. 20 m. Mitte. 24. August untersucht 10. September. Schlick.

Navicula Liber.
Navicula pygmaea.
Navicula didyma.
Navicula Smithii.
Navicula latissima.
Navicula punctulata.
Navicula complanata.
Pleurosigma angulatum.
Pleurosigma strigosum.
Pleurosigma tenuissimum.
Pleurosigma Fasciola.
Amphiprora paludosa.
Amphiprora alata.
Rhopalodia Musculus.
Amphora ovalis var. *viridis.*
Amphora robusta.
Amphora Proteus.
Amphora veneta.
Amphora coffeaeformis.
Amphora costata.
Amphora Alpha.
Amphora Beta.
Amphora Teta.
Auricula complexa.
Nitzschia punctata-elongata.
Nitzschia hybrida.
Nitzschia paradoxa.
Nitzschia Sigmatella.
Nitzschia spectabilis.
Nitzschia Closterium.
Nitzschia longissima.
Surirella fastuosa.
Sceletonema costatum.

Tiefe Rinne, in deren Mitte die Deutsch-Dänische Grenze verläuft. Das Material verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Reinke. 10. September 1898.

1. Eben jenseit der Rinne. 18 m. Abgestorbene *Polysiphonia nigrescens* und grosse Polypenstöcke.

Synedra crystallina.
Synedra Gallionii.
Rhabdonema arcuatum.
Rhabdonema adriaticum.
Rhabdonema minutum, ausnehmend zahlreiche und grosse Zellen!
Striatella unipunctata.
Epithemia turgida var. *Westermanni.*
Pleurosigma giganteum.
Rhoicosigma compactum

2. Schlick aus der Rinne selbst 26 m. Untersucht 4. Oktober.

Navicula directa.
Navicula subtilis.
Navicula corymbosa.
Navicula Liber.
Navicula pygmaea.
Navicula interrupta.
Navicula didyma in Auxosporenbildung.
Navicula Bombus.
Navicula Smithii.
Navicula Hennedyi.
Navicula aspera.
Pleurosigma Spenceri.
Pleurosigma tenuissimum.
Pleurosigma angulatum.
Pleurosigma elongatum.
Pleurosigma strigosum.
Pleurosigma Nubecula.
Rhoicosigma compactum.
Amphiprora alata.
Amphiprora incisa.
Amphora veneta.
Amphora coffeaeformis.
Amphora Alpha.
Amphora Epsilon.
Amphora Teta.
Auricula staurophora.
Nitzschia Tryblionella.
Nitzschia punctata-elongata.
Nitzschia constricta.
Nitzschia bilobata.
Nitzschia paradoxa.
Nitzschia Sigma.
Nitzschia Sigmatella.
Nitzschia Closterium.
Nitzschia longissima.

Fassen wir die Resultate dieser pflanzengeographischen Studie kurz zusammen, so ist die Beobachtung hervorzuheben, dass nur bewegliche Formen auf beweglichem Boden gefunden werden, — wenn man natürlich von den überall gleichmässig zu Boden sinkenden Planktonorganismen absieht. Das von Reinke für festgewurzelte Pflanzen erhaltene Resultat „fester Meeresgrund ist bewachsen, beweglicher Meeresgrund ist unbewachsen", muss bei Einbeziehung der Diatomeen etwa folgendermassen modificirt werden: Fester Meeresgrund ist bewachsen, beweglicher Meeresgrund trägt keine im Boden wurzelnden Pflanzen, ist aber die eigentliche Heimstätte der beweglichen Diatomeenformen.

Dieser Satz hat für die Ostsee eine unbeschränkte Gültigkeit, in Meeren von grösserer Tiefe wird er durch die bei zunehmender Tiefe mehr und mehr abnehmende Lichtmenge eine wesentliche Einschränkung erfahren müssen.

B. Beiträge zur Kenntniss des Baues und der Entwickelung der Diatomeen.[1])

In den vorstehenden Specialbeschreibungen der Ostseediatomeen ist eine grosse Menge von Beobachtungen enthalten, die theils für die betreffenden Arten, theils überhaupt neu sind und deren einige geeignet sein werden, unsere Anschauungen über die Diatomeenzelle, ihre Organisation oder ihre Entwickelung erheblich zu beeinflussen. Ausserdem habe ich bei den Jahre lang fortgesetzten Untersuchungen lebenden und fixirten Materials eine weitere Anzahl von Beobachtungen sammeln können. Von vielen anderen Seiten, insbesondere durch die Arbeiten des unermüdlichen Dr. O. Müller, sind in den letzten Jahren eine Menge von wichtigen Entdeckungen gemacht worden, die sich auf Organisation, Lebensweise oder Entwickelung der Diatomeen beziehen. Da nun die letzte zusammenhängende Darstellung, welche die Diatomeen behandelt,[2]) aus dem Jahre 1882 stammt und daher die neueren Untersuchungen nicht in den Kreis der Betrachtungen ziehen konnte, so soll in den folgenden Abschnitten der Versuch gemacht werden, wieder einmal eine zusammenfassende Uebersicht vom Bau und der Entwickelung der Diatomeen zu geben, um wenigstens dort, wo es möglich ist, neu aufgedeckte Thatsachen, neu gefundene Gesichtspunkte in ihrer Bedeutung für die Diatomeen, für die ganze Zellenlehre oder für die Entwickelungsgeschichte klarstellen zu können. Es ist selbstverständlich, dass in einer solchen Arbeit sogar die wichtigsten Ergebnisse früherer ähnlicher Veröffentlichungen, die

[1]) d. h. der centrischen und der pennaten Formen.
[2]) E. Pfitzer. Die Bacillariaceen. Handbuch der Botanik, herausg. von A. Schenck. Breslau 1882. II. 403—445.

inzwischen Gemeingut der Wissenschaft geworden sind, nur kurz berührt werden können, obschon man niemals vergessen darf, dass wir nur auf ihren Schultern emporgehoben worden sind. Im vorliegenden Falle gilt das besonders von der immer noch mustergültigen und in vielen Fragen, wie wir sehen werden, noch nicht überholten Arbeit von E. Pfitzer: Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Bacillariaceen.[1])

I. Die Diatomeenzelle.

a. Der Plasmaleib und seine Einschlüsse.

Das Protoplasma der Diatomeenzellen ist auf eine der äusseren Zellwandung fest angepresste Wandbekleidung und einen oder mehrere den Zellraum durchsetzende Plasmastränge von sehr verschiedener Mächtigkeit vertheilt. Von der feineren Struktur dieses Protoplasmas sehe ich hier ganz ab. Die grösste Plasmaansammlung ist der Regel nach um den Zellkern vereinigt. Dieser liegt bald im Mittelpunkte der Zelle, bald einer Schale genähert oder ihr ganz angeschmiegt.

Bei der Mehrzahl der centrisch gebauten Formen liegt der Kern dem Mittelpunkte einer Schale sehr nahe. Von der ihn umhüllenden Plasmamasse strahlen Plasmafäden allseitig durch den Zellraum *(Coscinodiscus)* oder gehen in einfachem in die Pervalvaraxe fallendem Strange zum Mittelpunkte der anderen Schale *(Melosira Borreri*[2]*), Thalassiosira gravida*[3]*)* oder es fehlen solche den Zellraum durchsetzende Plasmastränge, wie bei *Melosira (Gallionella) nummuloïdes, Melosira varians* etc. Doch giebt es eine ganze Reihe centrischer Diatomeen, welche eine centrale Lage des Kernes im Mittelpunkte eines den Zellraum durchsetzenden Netzes von Plasmasträngen oder in einem ihn in zwei getrennte Vacuolen zerlegenden Plasmabande erkennen lassen. Ersteres ist der Fall z. B. bei *Ditylium Brightwellii,* bei *Chaetoceros* spec.,[4]) letzteres bei *Chaetoceros didymum* Ehr.[5]) Endlich ist eine mehr oder weniger centrale Lage des Kernes, jedoch einer Gürtelseite anliegend, beobachtet bei *Guinardia (Pyxilla) baltica*[6]) (Hensen) Schütt, *Corethron hystrix*[6]) und *Rhizosolenia*-Arten.[7])

Bei den pennaten Diatomeen ist der Regel nach ein breites medianes Plasmaband vorhanden, welches den Kern umschliesst und den Zellraum in zwei völlig getrennte Vacuolen theilt. So bei allen *Naviculeen,* bei *Nitzschieen, Synedra, Surirella.*[8]) Bei den *Cymbelleen* tritt eine asymmetrische Vertheilung dieser medianen Plasmamasse häufig zu Tage, z. B. bei *Brebissonia, Amphora* und *Auricula*-Arten. cf. die vorstehenden Figuren 118, 119, 154 und Hensen l. c. Taf. V. 51. a.

Eine gewisse Modification erfährt diese Regel bei den *Tabellarieen.* Hier ist nicht die Mitte der Zelle sondern die Lage unter dem Gürtelbande das Entscheidende, was ja nach den Ausführungen im systematischen Theile keineswegs stets dasselbe bedeutet, z. B. bei *Rhabdonema adriaticum* vor der Auxosporenbildung! Ob auch hier ein medianes, den Zellraum zertheilendes Plasmaband in allen Fällen vorhanden ist, lässt sich bei der schwierigen Beobachtung dieser Formen kaum angeben, dass es aber in bestimmten Fällen vorkommt, zeigt die Angabe von Mitrophanow[9]) für *Striatella unipunctata.*

Das den Wandbelag bildende Plasma ist fast stets ganz hyalin, in der je nach den Arten in ihrer Lage wechselnden grösseren Plasmaansammlung ist eine mehr oder minder grosse Trübung durch eingelagerte kleinste Körnchen die Regel. Ueber die Bedeutung der meist paarweise vorkommenden Stäbchen in der centralen Plasmamasse der *Navicula*-[10]) und *Surirella*-[11]) Arten ist noch keine Klarheit gewonnen. Vielleicht liegt in der Beobachtung Lauterborn's, dass diese Stäbchen bei *Surirella* nur dann auftreten, wenn der

[1]) Botan. Abhandlungen, herausgegeben von J. Hanstein. II. Bonn. 1871.
[2]) G. Karsten. Diatomeen. III. pg. 211.
[3]) H. H. Gran. Norske Nordhavs-Expedition. Botanik. Taf. IV. 56—58.
[4]) Nach Schütt. Ueber die Diatomeengattung *Chaetoceros.* Bot.-Ztg. 1888. 164.
[5]) Gran. l. c. Taf. III. 37. 38.
[6]) Hensen. Plankton. l. c. Taf. V. 33. und 49.
[7]) Schütt in Engler-Prantl. l. c. pg. 85.
[8]) Nach Pfitzer. Bau u. Entw.
[9]) P. Mitrophanow. Beobachtungen über Diatomeen. Flora 1898. 298. und Fig. 3. der ausführlicheren, ebenso betitelten russischen Arbeit.
[10]) Pfitzer. Bau u. Entw. 30. 31.
[11]) R. Lauterborn. Unters. über Bau, Kerntheilung u. Bewegung der Diatomeen 22. 23.

Kern sich zur Theilung anschickt, der Anfang einer Lösung; zunächst ist damit aber ihr ständiges Vorhandensein bei den grossen *Navicula*-Arten nicht in Einklang zu bringen. Bei marinen Formen scheinen die Stäbchen ganz zu fehlen.

Der ruhende Kern der Diatomeen ist meist ziemlich hell und durchsichtig. Ein oder bei manchen Arten auch zwei und drei Nucleolen sind in der Regel mit grosser Deutlichkeit im lebenden Kern zu erkennen.

Der am meisten ins Auge fallende Bestandtheil der lebendigen Diatomeenzelle sind die in Ein- oder Mehrzahl vorhandenen olivgrünen, goldgelben bis dunkelbraunen Chromatophoren, deren Erforschung bei den verschiedenen Diatomeengattungen besonders von Pfitzer in Angriff genommen war. Pfitzer glaubte in Zahl und Lagerung der Chromatophoren die Hauptgesichtspunkte für eine systematische Anordnung der Diatomeen finden zu können. So wichtig nun auch dieser Gedanke für den Ausbau des Systems geworden ist, ein entscheidender Einfluss darf diesem Befunde allein nicht eingeräumt werden. Der von Schütt vorgenommene Ausbau des Systems fusst aber trotzdem vor allem auf den von Pfitzer gelegten Grundlagen und es ist scharf zurückzuweisen, wenn Laien durch Beobachtung der unter dem Einflusse äusserer Verhältnisse stattfindenden Umlagerung von Chromatophoren sich veranlasst fühlen, hervorzuheben: „wie gross der Fehler der Diatomisten ist, welche bestrebt waren, nach der Form des Endochroms oder der Chromatophoren die Klassifikationszeichen für die Diatomeen festzustellen.“ [1])

Zahlreiche kleine Chromatophoren sind im allgemeinen bei den centrischen Diatomeen, oder biologisch den Planktonformen, die Regel. Die Form dieser kleinen Chromatophoren ist recht wechselnd. Am häufigsten findet man mehr oder weniger rundliche Gebilde, welche aber bei häufig wiederholten Theilungen ebenso oft in einer Art von bisquitförmigem Umriss zur Beobachtung gelangen. Dass sie hier nicht ausnahmslos herrschen, ist von Schütt[2]) zur Genüge gezeigt worden; so sind in der Gattung *Chaetoceros* Formen mit einem grossen und solche mit vielen kleinen Chromatophoren vereinigt und sicherlich ist trotzdem *Chaetoceros* eine der natürlichsten Gattungen unter allen Diatomeen. Andererseits konnte in den systematischen Beschreibungen bei den pennaten Grundformen das Vorkommen beider Chromatophorentypen sowohl in der Gattung *Auricula* wie *Pleurosigma* nachgewiesen werden, für *Achnanthes*[3]) und *Nitzschia*[4]) war es seit langer Zeit bekannt. Dabei ergab sich, dass entgegen der bisherigen Auffassung nicht in jedem Falle der coccochromatische Typus der niedriger stehende ist, sondern dass z. B. in der Gattung *Pleurosigma* mehrere Entwickelungsreihen von dem typisch placochromatischen Ausgange auf verschiedene Weise zu coccochromatischen Formen führen. Dass die Entwickelung hier nicht etwa im umgekehrten Sinne gelaufen sein kann, ergiebt sich daraus, dass gerade die grössten und am vollkommensten organisirten Formen mit zahlreichen kleineren Platten ausgerüstet sind.

Es kam, wie in einem folgenden Abschnitte gezeigt werden soll, darauf an, die breite Schalenfläche der lebhaft beweglichen *Pleurosigmen*, welche in der Regel mit den Schalen nach oben und unten gekehrt umherschwimmen, für die Assimilation besser auszustatten. Von den verschiedensten Mitteln zur Erreichung dieses Zieles wie: einfache Verbreiterung der beiden Gürtelplatten, bandförmige Ausgestaltung und Schleifenbildung, welche auf die Schalenseiten übergreifen, Verdoppelung der Anzahl und weites Uebergreifen auf die Schalen, mehr und mehr vorschreitende Zerlegung der Platten in kleinere, genau aneinander passende Plättchen, endlich Bildung von nur gleichgestalteten ovalen Körnchen sehen wir die *Pleurosigmen* Gebrauch machen und jedes ist in seiner Art vollkommen. Wenn auch die Entstehung der letzten Form nicht auf einen bestimmten Ausgang zurückgeführt werden kann, so ist es doch klar, dass wohl die genau aneinander passenden Plättchen durch Zerlegung der grossen Platten und Bänder entstehen können, dass aber der umgekehrte Weg ungangbar ist.

Ob nun die Erklärungsversuche in jedem Falle das Richtige treffen, muss weitere Beobachtung lebenden Materiales lehren. Soviel geht aber bereits aus den vorliegenden, doch immer nur geringfügigen Beobachtungen hervor, dass innerhalb jeder Gattung die Zahl und Lagerung der Chromatophoren sehr wohl zum obersten Unterscheidungsprincip gemacht werden kann. Grosse Gattungen, wie *Navicula*, *Pleurosigma*, *Amphora* lassen sich damit in leicht übersehbare und natürlich zusammengehörende Untergattungen oder Sectionen eintheilen. Wenn dies für *Nitzschia* noch nicht gelungen ist, so liegt es an

[1]) cf. P. Mitrophanow. l. c. 301.

[2]) Ueber die Diatomeengattung Chaetoceros. l. c. und in der Hochseeflora.

[3]) Fr. Schmitz. Chromatophoren der Algen. 38. Anm.

[4]) Pfitzer l. c 97.

der Geringfügigkeit des bisher vorliegenden Beobachtungsmaterials. Eine grössere Natürlichkeit der Speciesanordnung innerhalb der genannten grossen Gattungen, als wie die künstliche Gruppirung nach Schalenstrukturen, die Cleve[1]) für die Naviculeen durchgeführt hat, glaube ich immerhin angebahnt zu haben.

Gleichzeitig mit den Chromatophoren sind die von Schmitz[2]) zuerst nachgewiesenen Pyrenoïde zu erwähnen. Schmitz bezeichnete mit diesem Namen mehr oder weniger kugelige Körper, „welche der Grundmasse des Chromatophors ebenso eingelagert sind, wie die Nucleolen der Grundmasse des Zellkerns[3])". Ausserdem[4]) erwähnt er, dass sie „aus sehr dichter, stark lichtbrechender, farbloser Substanz" bestehen. Welche Rolle im Leben der Zelle diesen Pyrenoïden zusteht, ist eine offene Frage; aus ihrer innigen Verbindung mit den Chromatophoren und aus dem Vergleich mit den ihnen jedenfalls nahestehenden Amylumheerden ist auf eine Mitwirkung bei der Assimilation zu schliessen, doch können erst weitere Untersuchungen den Sachverhalt einer Lösung näherbringen.

In Bezug auf die Entwickelung der Pyrenoïde[5]) glaube ich bei den *Tabellarieen* einige Anhaltspunkte gefunden zu haben. Die thatsächlichen Angaben bitte ich dort pg. 29—31 nachsehen zu wollen. Der daraus gezogene Schluss ging dahin, dass die eigenartigen „Centralpyrenoïde" der *Tabellarieen* den einzigen zur Reorganisation befähigten Theil der Chromatophoren darstellen, dass also die gerade in dieser Gruppe ausserordentliche Grössenzunahme der einzelnen Zellen ein sehr reges Theilungsvermögen der Pyrenoïde voraussetzt, wenn nicht die Ausbreitung der assimilirenden Organe wesentlich hinter der Zellvergrösserung zurückbleiben soll.

Erst nach Abschluss meiner diesbezüglichen Beobachtungen kam die mehrfach erwähnte Arbeit von P. Mitrophanow mir zu Gesicht[6]). Es werden darin hübsche Beobachtungen über die Veränderlichkeit der Anordnung des Protoplasmaleibes von *Striatella unipunctata* mitgetheilt. Doch ist es sehr zu bedauern, dass Mitrophanow die Schimperschen Beobachtungen[7]) über die durch geringfügige Reizursachen bedingten Veränderungen im Aufbau dieser Diatomee nicht kannte; er hätte seine Angaben dann besser zu präcisiren vermocht. So ist er zu der Ansicht gelangt, dass „der Kern eine wenig sichtbare und untergeordnete Rolle spielt", während „die Chromatophoren und die Pyrenoïde die wesentlichsten Bestandtheile unserer Diatomee" sind. Da aus den Beobachtungen von Mitrophanow hervorgeht, dass auch hier die Bildung neuer Chromatophoren an den Besitz eines Antheils der ursprünglichen Pyrenoïde geknüpft ist, so hat er mit der Hervorhebung der wichtigen Rolle der Pyrenoïde gewisslich Recht; unrichtig ist es nur, aus der „wenig sichtbaren" auf eine „untergeordnete" Rolle des Kernes zu schliessen. Auf die Kerntheilungsangaben des Verfassers komme ich noch später zurück.

So gelange ich hier zu dem Resultate, dass die Theilung der Pyrenoïde führenden Chromatophoren bei den *Tabellarieen* nachweislich an die Theilung der Pyrenoïde geknüpft ist. Es entspricht das vollkommen der herrschenden Ansicht, für die ein Beweis jedoch bisher nicht geliefert war.

Demgemäss zeigen auch die gelegentlich der Auxosporenbildung gemachten Beobachtungen[8]), dass bei *Rhopalodia gibba*, *Brebissonia Boeckii*, *Achnanthes brevipes*, kurz wohl bei allen Formen mit ein oder zwei Chromatophoren, die Pyrenoïde enthalten, vor Bildung der Tochterzellen eine Theilung von Pyrenoïd und Chromatophor eintreten muss, dass nachher in den Auxosporen zur Wiederherstellung der normalen Zahl der Chromatophoren je zwei Pyrenoïde und Chromatophoren mit einander verschmelzen — wenn nicht durch Unterdrückung der überflüssigen Gebilde die Reduktion erreicht wird.

Die Funktion der Pyrenoïde bleibt leider nach wie vor völlig unklar, ebenso harrt die naheliegende Frage noch ihrer Beantwortung: warum brauchen diese Diatomeen Pyrenoïde, während jene, nahe verwandten Formen, die durch gleiche Grösse ausgezeichnet sind, sich — nach oberflächlicher Schätzung zu urtheilen — ebenso schnell vermehren, überhaupt keinen wesentlichen Unterschied erkennen lassen, ohne Pyrenoïde auskommen können?

---

[1]) P. T. Cleve. Synopsis of the Naviculoïd Diatoms.

[2]) Fr. Schmitz. Chromatophoren der Algen. 1882. 37.

[3]) l. c. 37

[4]) l. c 38.

[5]) Die Angabe von Lauterborn, dass Pyrenoïde durch Anilinfarben, bes. Saffranin gut gefärbt werden, während Haematoxylin sie ungefärbt lässt, kann ich bestätigen. Auch Mitrophanow verwandte besonders Saffranin zur Färbung.

[6]) P. Mitrophanow. Beobachtungen über Diatomeen. l. c. Für die auf meine Bitte erfolgte Zusendung der russischen Arbeit, auf deren Figuren in der deutschen Veröffentlichung hingewiesen wird, bin ich dem Verf. zu Dank verpflichtet.

[7]) A. F. W. Schimper. Unters. über d. Chlorophyllkörper etc. Pringsheim's Jahrb. f. w. B. XVI. 219.

[8]) cf. H. Klebahn. *Rhopalodia gibba*. und G. Karsten. Diatomeen II.

Seit langer Zeit gilt das in allen Diatomeenzellen reichlich vorhandene fette Oel als erstes sichtbares Produkt ihrer Assimilationsthätigkeit. Die Beobachtung von J. E. Lüders [1]), dass bei stockender Vegetation die Menge von aufgespeichertem Fett vermehrt, die Vermehrungsthätigkeit aber eingeschränkt wird, dass dagegen bei Zufuhr frischen Wassers das gespeicherte Fett verbraucht und die Vermehrung wieder aufgenommen wird, bestätigt die Auffassung der Oeltropfen als Assimilationsprodukte event. als Reservestoffe ja auch zur Genüge

Ob es aber gerade das erste sichtbare Assimilationsprodukt ist, kann zweifelhaft erscheinen, seit von Lauterborn [2]) auf die mit Oeltropfen bisher verwechselten kugeligen Gebilde hingewiesen wurde, die er mit dem Namen der Bütschli'schen „rothen Körnchen" belegt. Ihr Charakter wird von Lauterborn dahin angegeben, dass es extranucleäre Einschlüsse der Diatomeenzelle seien, „welche in Alkohol und Aether unlöslich, sich sowohl mit Delafieldschem Hämatoxylin, als auch intra vitam mit Methylenblau intensiv rothviolett färben". Wie Lauterborn [3]) schon anführt, ist eine gewisse Uebereinstimmung dieser „rothen Körnchen" mit den von Crato [4]) als „*Physoden*" bezeichneten Gebilden nicht zu verkennen. Zwar geht Crato über das Vorkommen seiner „*Physoden*" bei Diatomeen sehr kurz hinweg und nennt [5]) nur „*Melosira, Pleurosigma, Tabularia, Coscinodiscus*" als Formen, welche diese Verhältnisse am besten zeigen. Für unsere Zwecke von Wichtigkeit ist hier aber, dass Crato den Beweis geführt hat, dass phenolartige Körper den wesentlichen Bestandtheil seiner „*Physoden*" bilden [6]) und dass er in einer früheren Arbeit [7]) wahrscheinlich zu machen wusste, dass phenolartige Körper (z. B. Phloroglucin) theoretisch sehr wohl als erste sichtbare Assimilationsprodukte in Betracht kommen können. Bis sich jedoch wirklich sichergestellte Thatsachen über das regelmässige Vorkommen solcher Art für die Assimilationsthätigkeit wichtiger Mikrosomem [8]) in den Diatomeenzellen anführen lassen, muss dieser kurze Hinweis hier genügen. Denn trotz mancher Uebereinstimmung der „rothen Körnchen" mit den „*Physoden*" sind doch auch ebensoviele Verschiedenheiten bemerkbar, die sich nicht ohne weiteres erklären lassen, da Crato, wie erwähnt, gerade über die Diatomeen sehr wenig aussagt.

b. Die Wandungen der Diatomeenzellen.

Ueber den gröberen Aufbau der Diatomeenzellen, ihren Schachteltypus, ihre Zwischenbänder etc. ist in den der floristischen Betrachtung vorausgeschickten Vorbemerkungen das Nothwendige enthalten.

Zunächst liegt es mir hier ob, mein bei der Eintheilung der grossen Genera geübtes und bei *Navicula* näher dargelegtes Verfahren, das demjenigen der meisten bisherigen Diatomeen-Systematiker schnurstracks entgegenlaufen dürfte, zu begründen und zu rechtfertigen. Ausserdem werden Diatomeenkenner bei der Identificirung meiner Arten bisweilen über Willkürlichkeit und Missachtung vieler aufgestellter Varietäten zu klagen finden.

Zu meiner Rechtfertigung folgendes.

Im Princip wird ja wenigstens von den hervorragenderen Vertretern dieses Specialfaches, z. B. von P. T. Cleve, vollkommen zugegeben, dass Bau des Zellinhaltes und Entwickelungsgeschichte der Art zu den wesentlichsten Kriterien der Species und Gattungen gehören [9]), aber — heisst es dann jedesmal — wir sind noch nicht so weit, Zellinhalt und Entwickelungsgeschichte sind noch zu wenig bekannt. Und dann fährt er gleich fort: „The characteristics derived from the structure of the valve are of the greatest importance in the definition of genera and families, and next to those, in my opinion, are the presence or absence of longitudinal lines, and the nature of the non-striate parts of the valve, or the areas." Freilich ist es sehr bequem, in

[1]) Joh. E. Lüders. Beobachtungen über die Organisation, Theilung und Copulation der Diatomeen. Bot. Ztg. 1862. 42.
[2]) Lauterborn l. c. 30.
[3]) l. c. 40.
[4]) E. Crato. Morpholog. und mikrochem. Unters. über die Physoden. Bot. Ztg. 1893. 157.
[5]) l. c. pg. 166.
[6]) l. c. 190.
[7]) E. Crato. Gedanken über die Assimilation und die Sauerstoffausscheidung. Ber. d. D. Bot. Ges. 1892. 250.
[8]) E. Crato. Beiträge zur Anatomie u. Physiologie des Elementarorganismus in Ferd. Cohn's Beitr. zur Biol. d. Pflz. VII. 1896. u. Ref. über diese Arbeit von O. Bütschli. Zoolog. Centralbl. IV. 1897. 42—48. Soweit Bütschli's Ausführungen die „Physoden" betreffen, deren Identität mit den Mikrosomen etc. er nachweist, muss ich ihm vollständig beipflichten.
[9]) P. T. Cleve. Synopsis of the Naviculoïd Diatoms. l. c. cf. I. 8.

den alten, breit ausgefahrenen Geleisen weiter zu fahren, man kann mit Hülfe der immer mehr vervollkommneten Präparationsmethoden und optischen Instrumente diese und jene früher geäusserte Ansicht ad absurdum führen und eine Menge neuer „Varietäten" aufstellen.

Demgegenüber behaupte ich, wir sind jetzt in der Lage, bei einiger Anspannung der Kräfte die Kenntnisse von Plasmaleib und Entwickelungsgeschichte zu erwerben, welche allein im Stande sind, uns endlich zu einem natürlicheren Systeme zu verhelfen. Da Cleve mit seinem ausserordentlich reichen Material es unterlassen hatte, diesen Schritt zu unternehmen, so habe ich es in dem weit bescheideneren mir vorliegenden Formenkreise versuchen müssen.

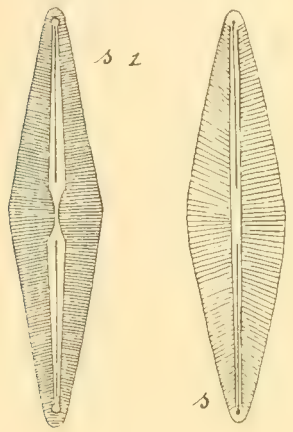


Fig. 183.
s. Schalenzeichnung von *Brebissonia Boeckii*. s 1. Schalenzeichnung von *Brebissonia Boeckii* nach Hauptfleisch. 500 : 1.

Dass die Kenntniss der Schalenstrukturen allein als Führer für die systematischen Beziehungen durchaus ungegnügend ist, möchte ich an einem Beispiele darthun. Es liegt der Fehler nicht etwa an ungenügend scharfen Definitionen, sondern gerade im Gegentheil an allzu scharfen Merkzeichen — so merkwürdig es klingen mag. — Und allzu scharf macht auch hier schartig.

Ein Jeder kennt die schöne und grosse *Brebissonia Boeckii,* die ich in Fig. 183 s. noch einmal abbilde. Vergleicht man mit meiner sehr genau gezeichneten Form die Schalenzeichnung, welche z. B. im Engler-Prantl gegeben ist (Fig. 236 pg. 131.), so sind die Unterschiede in der Schalenstruktur ins Auge fallend. cf. Fig. 183 s 1. Während in Fig. s. die Raphe von den glatten Schalenenden aus von einem überall gleich breiten glatten Streifen bis an den genau so breiten Mittelknoten begleitet wird, ist bei Engler-Prantl (abgesehen von den ungenau gezeichneten Schalenenden Fig. s 1.) der glatte Streif am Mittelknoten ganz schmal, wird beiderseits plötzlich sehr viel breiter, um sich gegen die Endknoten hin langsam zu verjüngen.

Da ich wusste, dass meine Zeichnung richtig war, während die andere freilich zu dem Wortlaut der Beschreibung besser passte, wandte ich mich an meinen Kollegen Hauptfleisch in Würzburg, welcher Autor der Zeichnung im Engler-Prantl ist, mit der Bitte, mir doch etwas von seinem *Brebissonia*-Material zu übersenden. Hauptfleisch entsprach mit dankenswerther Bereitwilligkeit meiner Bitte, und ich konnte mich an seinem Materiale von der Korrektheit auch seiner Zeichnung überzeugen. Doch fanden sich bei einigem Suchen unschwer Individuen, die zu meinem *Brebissonia*-Schalentypus alle Uebergänge aufwiesen. Auch mein Material durchsuchte ich nun noch mit Rücksicht auf diesen Umstand, und hier fand ich genau dasselbe. Ja, ich muss sogar zugeben, dass die von Hauptfleisch gezeichnete Schale im ganzen die häufiger vorkommende sein dürfte. Dabei im Plasmabau und in der Entwickelung eine bis in alle Einzelheiten gehende Uebereinstimmung!

Das Resultat im Sinne der landläufigen Schalensystematik gezogen, würde lauten: es liegt eine mit der Hauptform zusammen vorkommende interessante Varietät vor.

Das von mir gezogene Resultat lautet etwas anders: Hat es irgend einen wissenschaftlichen Werth, diese unter einander vorkommenden Schalenformen mit identischem, bei der Auxosporenbildung sich beliebig untereinander mischendem Plasmaleibe als Varietäten gelten zu lassen? Solche Art der Aufstellung von „Schalenvarietäten" kann man nur als groben Unfug bezeichnen; freilich, ein Unfug, der oft genug verübt ist.

Man verstehe mich nicht falsch. Ich bestreite keinenfalls die Nothwendigkeit, die Schalenstruktur ebenso genau zu untersuchen, wie den Zellinhalt; im Gegentheil, hätten wir genügende Untersuchungsdaten von der Schalenstruktur, d. h. nicht von der Zahl der Riefen oder der Perlen auf 10 μ, sondern von den Thatsachen, die für das Leben der Zelle eine Bedeutung beanspruchen können, wie Tüpfelbildung, Verhältnisse der Wanddicke an glatten und getüpfelten Stellen, Porenbildung und Nachweise der durch diese Poren ermöglichten freien Kommunikation zwischen dem Zelllumen und dem Aussenmedium u. s. w. so wäre unsere Kenntnis des eigentlichen Lebens der Diatomeen viel weiter vorgeschritten.

Dagegen kann ich den Nutzen einer durch unsere modernen optischen Instrumente und die vollendete Technik der Präparation von Diatomeenschalen, z. B. der J. Möller'schen auf das höchste Maass gesteigerten Messung und Auszählung der Schalenstruktur schlechterdings nicht einsehen. Wer würde denn etwa phanerogame Pflanzen nach der Anzahl der auf ein Quadratcentimeter entfallenden Spaltöffnungen zu bestimmen suchen? Dass Sinnlose dieses Versuches leuchtet einem Jeden ein. Und bei den Diatomeen soll das im andern Fall Sinnlose das einzig Richtige, ja einzig Mögliche sein?

Vergleichen wir doch einmal einen beliebig herausgegriffenen Fall z. B. *Navicula Lyra* nach dem erwähnten Handbuche von Cleve[1]). Da heisst es: „*N. Lyra* Ehb. (1843). Valve elliptical with rounded or rostrate ends. L 0,05 to 0,18; B 0,026 to 0,06 mm. Lateral areas narrow, linear, constricted in the middle or not, divergent at the ends or not. Striae 6 to 14; puncta 7 to 18 in 0,01 mm".

Soweit wäre alles gut, und man könnte nichts dagegen einwenden, wenn die aus den verschiedenen Combinationen der angeführten beiden Alternativen sich ergebenden Formen als vier Varietäten aufgeführt würden, obwohl auch das bereits unnöthig ist. Statt dessen werden l. c. pg. 63—65. **15!** Varietäten, deren einzelne auch noch weitere als „forma abnormis" etc. hervorgehobene Unterschiede zeigen, abgehandelt.

Nun möchte ich mir die Frage erlauben, ob man aus der ganzen Aufzählung dieser Schalenvariationen auch nur das mindeste Neue erfährt, (von einer unrichtig angegebenen Grenzzahl abgesehen!) was in der Diagnose der Art nicht bereits enthalten ist? Jedenfalls würde eine kurze Bemerkung der Art: „Die Species ist in Grösse, Umriss und Schalenstruktur innerhalb der angeführten Grenzen sehr variabel", dieselben Dienste leisten[2]).

Man vergisst offenbar ganz, dass man mit den derzeitigen optischen Instrumenten ausserordentlich kleine Abweichungen in der Schalenstruktur sehr genau nachweisen kann, und die Specialforscher in diesem Gebiete, haben vollkommen den Maasstab dafür verloren, was man sonst in unserer Wissenschaft als Varietät aufzufassen gewohnt ist.

Vielleicht möchte mir die Einwendung gemacht werden, dass doch auch von Pfitzer[3]) in seinem Werke: „Bau und Entwickelung etc." sehr genaue Messungen der Pinnularia-Riefen mitgetheilt seien, dass also doch offenbar grosses Gewicht darauf zu legen sei. Dem ist zu erwiedern, dass die betreffenden Angaben bei Pfitzer einen ganz bestimmten Nachweis führen sollten, den nämlich, dass ein Wachsthum jeder einzelnen Zelle ganz ausgeschlossen ist, weil die Abstände der Riefen von einander sich nicht proportional den Schalendimensionen ändern. — Das lässt sich also mit dem hervorgehobenen Uebelstande garnicht vergleichen. Das Eine aber glaube ich mit Sicherheit voraussagen zu können, dass, wenn nicht die Specialforscher auf dem Gebiete der Diatomeensystematik und -floristik von der Varietätenmacherei nach Schalenstrukturen Abstand nehmen, sie bald sehr isolirt stehen dürften, da es für Botaniker thatsächlich nicht möglich ist, darin mitzuthun.

Um jedoch den Vorwurf einer billigen Kritik, die zwar tadeln aber nicht bessern kann, von mir abzuwenden, möchte ich einen Vorschlag machen. Meiner Meinung nach stehen wir keineswegs am Ende einer wohlbegründeten und durchgearbeiteten Diatomeensystematik, wie man nach dem Studium von Cleve's Synopsis etwa glauben könnte, sondern wir befinden uns im ersten Anfangsstadium. Bei einer weiteren Durcharbeitung mit hinreichender Benutzung lebenden Materiales werden sich voraussichtlich die Arten und Varietäten nicht vermindern, sondern eher vermehren müssen, da sehr wohl der Fall denkbar ist, dass zu gleichen oder sehr ähnlichen Schalen verschieden gebaute Plasmakörper gehören; unzweifelhaft z. B. bei *Nitzschia Sigma*, bei *Pleurosigma rigidum* und *giganteum* u. s. w. während ebenso auch völlig verschiedene Schalen sehr nahe übereinstimmende Plasmakörper umschliessen können, z. B. *Brebissonia Boeckii* und *Brebissonia staurophora* n. sp. Aus einer völligen Neubenennung würde nur eine riesige Verwirrung entstehen. Könnte man den Schwierigkeiten der Objekte nun nicht am einfachsten und zweckmässigsten dadurch Rechnung tragen, dass man z. B. alles was zum Formenkreis von *Nitzschia Sigma* gerechnet werden muss, unter diesem Namen belässt und mit entsprechendem weiteren Namen z. B. *valida* etc. versieht und nur das sinnlose „var." fortlässt, sodass die Bezeichnung *Sigma* einer stets mitgenannten Sektion entsprechen würde?

Wichtiger als diese für systematische Zwecke verwerthete Zahl der einzelnen Strukturbilder auf gegebenem Raum ist die Deutung, welche diesen Strukturbildern mit Rücksicht auf den Wandbau gegeben werden muss. Bekannt[4]) ist, dass die Schalen aus einer organischen Grundmasse bestehen, in welche eine nicht genau bestimmte Siliciumverbindung derartig eingelagert ist, dass sie alle Theile gleichmässig durchdringt. Nach Entfernung der Siliciumverbindung durch Flusssäure bleibt eine dünne Cellulosemembran zurück, welche jedoch, wie auch Pfitzer[5]) fand, mit Chlor-Zink-Jod nicht blau sondern gelb-braun gefärbt wird, somit keine reine Cellulose darstellen kann. Mit Hämatoxylin wird sie wie viele andere Zellhäute intensiv blau.

[1]) P. T. Cleve. Synopsis of the Naviculoïd Diatoms. l. c. II. 63—65.

[2]) Aehnliche Bedenken gegen den Werth der Schalenstruktur als alleiniger Merkmale für Speciesunterscheidung sind bereits von Hensen geltend gemacht. cf. V. Hensen, Ueber die Bestimmung des Planktons u. s. w. l. c. 81.

[3]) l. c. pg. 154.

[4]) H. v. Mohl. Kieselskelet lebender Pflanzenzellen. Bot. Ztg. 1861. 220.

[5]) E. Pfitzer. Bacillariaceen in Schenk's Handbuch, l. c. 410.

Der Widerstand, welchen diese modificirten Cellulosemembranen mit Kieseleinlagerung dem Durchgange von Wasser entgegenstellen, ist unbekannt. Man darf aus den ausnahmslos und so überaus mannigfaltig verbreiteten Tüpfelbildungen der Schalen abnehmen, dass solche verdünnte Wandstellen für die Kommunikation der Zelle mit dem Aussenmedium nothwendig sind, dass also der Filtrationswiderstand der Wandung anderen Pflanzenzellwänden gegenüber durch die Siliciumeinlagerung eher vergrössert sein wird.

Solche Tüpfelbildungen sind z. B. die von Pfitzer[1]) eingehend beschriebenen Riefen der grossen *Navicula- (Pinnularia-)* Arten, welche auch auf das beste zeigen, wie derartige stark verdünnte Membranstücke mechanisch eine besondere Konstruktion erfordern, um den erheblichen Druckanforderungen widerstehen zu können.

Und so ist der ganze Wandbau der Diatomeen in seiner unendlichen Mannigfaltigkeit aufzufassen, als das Resultat der steten Wechselwirkung zweier widerstreitender Faktoren, nämlich einmal der Anforderung der ununterbrochenen osmotischen Verbindung mit dem umgebenden Medium, ohne welche die Zelle nicht leben kann, auf welche sie zur Athmung, Assimilation und sonstigen Ernährung angewiesen ist, und zweitens der ebenso nothwendig zu erfüllenden Forderung mechanischer Festigung bei sparsamster Verwendung des Baumateriales.

Eine kurze Betrachtung des feineren Wandbaues ist für uns hier um so nothwendiger, als diesem Punkte vielleicht einige wichtige Einblicke abzugewinnen sind.

Auch hier empfiehlt sich die gesonderte Behandlung der centrischen und der pennaten Formen.

In der Arbeit „Bacillariaceen aus Java. I." beschreibt O. Müller[2]) den Wandbau der *Melosira undulata* Ktzg. Er findet dort keine Tüpfel sondern Poren, welche „die Schalenwandung rechtwinklig auf die Tangente der inneren Schalenfläche" durchbrechen. Dann heisst es weiter:[3]) „Dass in der That durchgehende Kanäle vorhanden sind, beweisst folgender Versuch. Wenn man die in Pikrinsäure fixirten unverletzten Zellen in Glycerin überträgt, so beobachtet man häufig gasige Injektion einzelner, zerstreut liegender oder der Poren einer Längsreihe, auch einer scharf begrenzten gürtelförmigen Zone. Aehnliche Erscheinungen treten auf, wenn die Zellen in Balsam gebracht werden, nachdem sie in der Wärme getrocknet worden; der Balsam dringt in die Poren einzelner Zellen ein, während benachbarte ganz oder theilweise mit Luft injicirt bleiben." Hier ist also eine direkte Kommunikation von Zelllumen resp. Plasma und Medium vorhanden, ohne dass eine Wandung erst mittelst Diosmose zu passiren wäre.

Auf die seit der Arbeit O. Müllers[4]) in jedem Handbuche der Diatomeenkunde geschilderten Tüpfel und Porenbildungen von *Triceratium Favus* Ehr. will ich hier nicht eingehen, dafür aber einen leicht controllirbaren Fall angeben, auf den mich hinzuweisen Herr Dr. O. Müller die grosse Freundlichkeit hatte. Ich gebe die Beschreibung im wesentlichen mit seinen Worten wieder.[5])

Die Schalen- wie die Gürtelbandflächen von *Isthmia nervosa* sind mit zierlichen Tüpfeln bedeckt, deren Membran mit zarten Leistchen versteift ist. Diese Tüpfel liegen wie fast alle Tüpfelbildungen auf der Innenfläche[6]) der Zellwand. Betrachtet man nun die Rippen, welche die Innenfläche der Schalen verstärken, so findet man über ihnen in der Nähe fast eines jeden Tüpfels einen kleinen Porus, der in schräg absteigender Richtung an den Tüpfel herantritt und sich als freier Gang, als direkte Kommunikation zwischen Zelllumen und äusserem Medium erweist. Betrachtet man die Deckelflächen, so findet man die Poren nicht nur in der

[1]) E. Pfitzer. Bau und Entwicklung. l. c. 41.

[2]) O. Müller. Bacillariaceen aus Java. I. Ber. d. D. Bot. Ges. 1890. 318.

[3]) l. c. 322.

[4]) O. Müller. Ueber den feineren Bau der Zellwand der Bacillariaceen, insbesondere des *Triceratium Favus* Ehr. und der Pleurosigmen, in Reicherts und du Bois-Reymonds Archiv. 1871. 619. ff.

[5]) Die Thatsachen sind inzwischen veröffentlicht cf. O. Müller. XVII. Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen. Ber. d. D. Bot. Ges. 1898. 386.

[6]) Auch bei *Pinnularia*, wo Pfitzer die Riefen als Einsenkungen auf der Aussenfläche der Schalen betrachtete. cf. Pfitzer. Bau und Entwicklung l. c. 41. und O. Müller. Durchbrechungen der Zellwand in ihren Beziehungen zur Ortsbewegung der Bacillariaceen. Ber. d. D. Bot. Ges. 1889. 169. Bei dieser Gelegenheit mag noch hervorgehoben sein, dass schon M. Schultze die *Isthmia*-Schale untersucht hatte und dem richtigen Thatbestande ziemlich nahe kam: „Am leichtesten überzeugt man sich bei Isthmia, wenn man zerbrochene Schalen bei starker Vergrösserung untersucht, dass die viereckigen Felder statt Erhabenheiten der Oberfläche zu entsprechen, vielmehr Löcher der Schale sind, welche demnach ähnlich der mancher Polycystinen ein feines Gitterwerk darstellt." cf. Prof. Max Schultze. Die Struktur der Diatomeenschale verglichen mit gewissen aus Fluorkiesel künstlich darstellbaren Kieselhäuten. Verh. d. n. Ver. XX. Jahrgg. N. F. X. pg. 37.

Nähe der Rippen, sondern auch zwischen anders gelegenen Tüpfeln vertheilt. Die Tüpfel der Gürtelbänder haben dagegen niemals Poren aufzuweisen.

Ueberhaupt scheinen derartige von Tüpfeln ausgehende direkte Verbindungskanäle zwischen Zelllumen und Medium bei den centrischen Diatomeen nach den Mittheilungen des Herrn Dr. O. Müller recht häufig zu sein.

Wie steht es nun mit den pennaten Formen?

Seit langer Zeit ist es die Gattung *Pleurosigma*[1]), die man zur Beantwortung dieser Frage herbeigezogen hat. Flögel, der mit Hülfe seiner „Querschnitte" die kielartig erhabene Raphe bei *Pleurosigma angulatum* kennen gelehrt hatte, glaubte ein System geschlossener Kammern in der *Pleurosigmen*-Wandung nachweisen zu können. O. Müller[2]) kam sowohl durch Studium von Querschnittsbildern wie durch Ueberfluthungsversuche zu der Ueberzeugung, „dass entweder jeder der kleinen Hohlräume eine Oeffnung nach aussen besitzt, oder aber dass jede Reihe mit einer freien Oeffnung endet und mindestens die Hohlräume derselben Reihe mit einander kommuniciren." Später ist er noch einen Schritt weiter gegangen. In der Arbeit: Bemerkungen zu dem Aufsatze Dr. J. H. L. Flögel's, Researches on the structure of cell-walls of Diatoms sagt er:[3]) „Die Thatsache der schnellen Füllung und Abdunstung wird aber sehr einfach und ungezwungen erklärt, wenn man den Bau der *Pleurosigmen*-Membran als analog dem *Triceratium*-Bau annimmt insoweit, als man jedem Hohlraum freie Kommunikation mit der Luft zugesteht. Ich möchte heute in dieser Analogie noch weiter gehen; ich bin geneigt, eine zweifache Kommunikation anzunehmen, eine nach der äusseren Luft, bezw. dem Wasser, die zweite nach dem Zellraum."

Wenn man dieser Auffassung zustimmt, und ich glaube, man muss ihr zustimmen, so ist damit im Princip für die pennaten Diatomeen dieselbe innige Verbindung des Zelllumens mit dem Medium nachgewiesen, wie für die centrischen Formen. Und doch scheinen mir gewisse Unterschiede zwischen den beiden Hauptgruppen nicht übersehen werden zu dürfen. Die grosse Mehrzahl der pennaten Formen hat in ihrer Raphe ein Organ, das wohl ziemlich allgemein als Bewegungsorgan dieser Formen aufgefasst wird, und zwar sicherlich mit Recht; denn nur wo eine Raphe vorhanden ist, kann die Bewegung der Zellen beobachtet werden. Daneben darf aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass diese Raphe, als nachweisbar offene Durchbrechung der Wand selbstverständlich alle die anderen Leistungen für das Zellleben, welche an die Kommunikation zwischen Zellplasma und Medium gebunden sind, wie die gesammte Stoffaufnahme und Ausgabe einschliesslich der Athmung, zu einem gewissen Antheil mit übernommen haben muss.[4])

Aus diesem Grunde ist es sehr erklärlich, dass die überaus deutlichen Poren der *Melosiren* und der *Isthmia* in solcher Form bei den pennaten Diatomeen mehr oder weniger fehlen; sie können mit sehr viel kleineren — daher auch weit schwieriger nachweisbaren — Porenkanälen neben ihrer Raphe auskommen.

Man spricht jetzt allgemein die centrisch gebauten Formen als die älteren, niedriger stehenden an. Dass die Zahl, Form und Lagerung ihrer zahlreichen Chromatophoren kein absolut sicheres Kennzeichen dafür ist, wurde oben an *Pleurosigma* etc. gezeigt. Der Bau ihrer Wandtüpfel und Poren kann dagegen nach dem Gesagten vielleicht als ein sichrerer Beweis höheren Alters und ihrer einfacheren Organisation gelten.

Im innigsten Zusammenhange mit dem skizzirten Wandbau steht das Verhalten der Diatomeenzellen in mehr oder weniger stark Wasser entziehendem Medium. Die erste Erwähnung derartiger Versuche findet sich bereits in Pfitzer's Bau und Entwicklung.[5]) Pfitzer scheint das Verfahren hauptsächlich zum Nachweis des plasmatischen Wandbelages benutzt zu haben; die gleiche Anwendung davon macht Pfitzer's Schüler Lauterborn.[6])

Eingehendere plasmolytische Versuche zur Erkennung der in den Diatomeenzellen herrschenden Druckverhältnisse sind bisher wohl nur von O. Müller[7]) angestellt worden. Müller benutzte Süsswasser-*Pinnularien*

[1]) J. H. L. Flögel. Unters. über die Struktur der Zellwand in der Gattung Pleurosigma. M. Schulze's Archiv f. mikr. Anat. VI. 1870. 473—515.

[2]) O. Müller. Ueber den feineren Bau der Zellwand l. c. 623.

[3]) Ber. D. Bot. Ges. 1884. pg. 490.

[4]) Die hier ausgesprochene Ansicht unterscheidet sich von der durch O. Müller seit seinen „Durchbrechungen der Zellwand" l. c. 179 vertretenen dadurch, dass Müller die Ortsbewegung als Nebenwirkung betrachtet, ich darin die Hauptbedeutung zu erkennen glaube.

[5]) l. c. 2.

[6]) l. c. III 1.

[7]) O. Müller. Durchbrechungen der Zellwand. l. c. 173.

und -*Surirellen* zu seinen Versuchen. Er stellte den Eintritt der Plasmolyse in 0,15 aeq. Lösungen von salpetersaurem Natrium und Chlor-Natrium fest und berechnet nach de Vries' bekannten Angaben daraus einen Turgordruck von 4—5 Atmosphären. Er betont, dass nur die Reibung der Gürtelbänder diesem Drucke das Gegengewicht halten kann und Pfeffer[1]) ist derselben Meinung. Ausserdem konnte Müller feststellen, dass schon bei weit geringerer Concentration, nämlich bei 0,10—0,13 aeq. Lösungen derselben Salze ein momentanes Aufhören der Ortsbewegung stattfand. Weitere plasmolytische Versuche an Diatomeen sind mir nicht bekannt geworden.

Da aus den Angaben Müller's eine grosse Empfindlichkeit der Diatomeen gegen die Reizung durch sogar sehr verdünnte Salzlösungen hervorzugehen schien, benutzte ich bei den ersten Versuchsreihen das zu Kulturen verwendete Ostseewasser als Ausgangs-Material für die Herstellung isotonischer Lösungen von Chlor-Natrium und von salpetersaurem Kalium. Schon durch Vorversuche konnte die grosse Empfindsamkeit auch der marinen Diatomeen gegen andere als Chlor-Natriumlösungen festgestellt werden, so dass schliesslich nur mit diesem einen Salze gearbeitet wurde, das dann in richtigen aeq. Lösungen zur Verwendung kam.

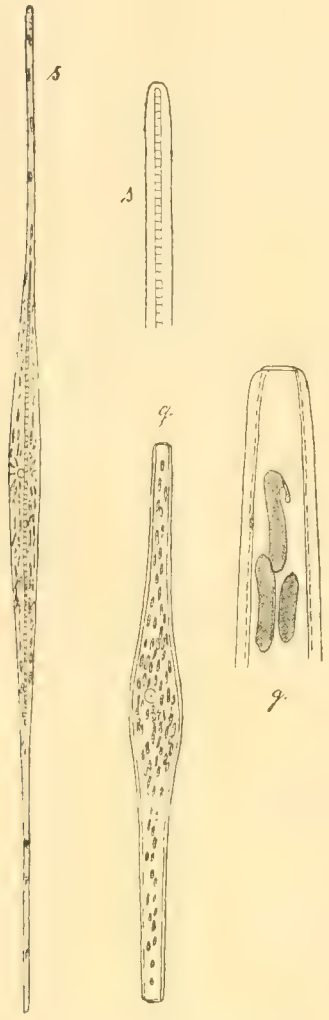


Fig. 184. *Nitzschia longissima.* 250 : 1 und 1000 : 1.

Zu den Versuchen konnten die verschiedensten Schlick-Diatomeenkulturen benutzt werden, welche der Einfachheit halber ca. 8 Tage vorher alle auf dieselbe Concentration des Kulturwassers gebracht waren. Entweder wurden mit der Pipette geringe Mengen von der Bodenoberfläche heraufgenommen, oder die Kulturobjektträger selbst verwendet. Ein Bedecken mit Deckgläschen war hier schon aus dem Grunde unerlässlich, weil sonst die der Beobachtung unterworfenen einzelnen Individuen von der Wasserströmung fortgerissen worden wären, und weil ausserdem auch die schnelle Durchsaugung der nacheinander anzuwendenden Lösungen kaum auf andere Weise zu bewerkstelligen war.

Die Kulturflüssigkeit hatte 1,012 % Chlor-Natriumgehalt und entsprach also einer isotonischen Lösung von 0,17 aeq.[2])

Eines der geeignetsten Objekte schien *Nitzschia longissima* zu sein, deren Aussehen ich hier mit Fig. 184 in Erinnerung bringen will. Die Zellen befinden sich in den Kulturen meist in Ruhe, da ihre langen Schnäbel in kleinen Schlickhäufchen auf dem Objektträger stecken, so dass oft sternförmige Figuren zu Stande kommen; doch trifft man auch häufig einzelne Zellen in Bewegung.

Gegen Zusatz von 0,18 aeq. Lösung Na Cl. blieben die Zellen unempfindlich; bei 0,19 aeq. machte sich bereits eine Reaktion geltend. An einzelnen Stellen, insbesondere beiderseits der mittleren Schwellung, zog sich das Plasma bogenförmig von der einen Wandseite zurück, und zwar ging die Bewegung stets vom Kiele aus. Wurde die Concentration weiter gesteigert auf 0,20 aeq., so steigerte sich auch die Reaktion; die Abwendung von der einen Seite — deren Lage übrigens an derselben Zelle wechselte, so dass oberhalb der Mitte der linke, unterhalb der rechte Kiel betroffen sein konnte — wurde stärker bis zur völligen Durchschnürung, und in den Schnäbeln, ja auch in der Mittelpartie traten ein bis mehrere weitere Durchschnürungsstellen auf. Bei weiterer Steigerung war zunächst noch weitere Zunahme der Erscheinung zu beobachten, dann trat Stillstand ein. Bei noch weiterer Steigerung starben die Zellen sehr schnell ab. An der plötzlichen scheibenförmigen Abrundung der lang-stäbchenförmigen Chromatophoren wird der Tod der Zelle sofort kenntlich; die Chromatophoren bleiben dann noch ein paar Minuten gelb, worauf eine grüne Färbung, wohl nach Auswaschung des gelb-braunen Diatomins, auftritt.

Die Individuen verhalten sich natürlich nicht absolut gleichmässig, stets ist eine Zelle resistenter als die andere. Aber immer trat die Reaktion schnell

[1]) W. Pfeffer. Zur Kenntniss der Plasmahaut und der Vacuolen. Abh. d. math.-physik. Klasse d. Kg. Sächs. Ges. d. Wiss. Leipzig. XVI. II. 299. 1890.

[2]) cf. H. de Vries. Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft. Pringsheim's Jahrb. f. r. B. XIV. 537.

ein, gleich nachdem die neue Lösung durchgesaugt war, und stets wurde mindestens 10, meist 20 Minuten bis zu einer abermaligen Aenderung der Concentration gewartet.

Auf Zusatz von 0,19 aeq. und nach Eintritt der beschriebenen Reaktion hörte die Bewegung der etwa gerade betroffenen beweglichen Exemplare nicht nothwendig auf, oder, wenn sie momentan sistirt war, konnte sie alsbald wieder einsetzen. Bei längerem Verweilen in der 0,19 aeq. Lösung ging auch die Reaktion des Plasmas theilweise oder ganz wieder zurück z. B. nach 20 Minuten etwa, besonders auf erneuten Zusatz der gleichen Lösung; wurde dann aber 0,20 aeq. durchgesaugt, so trat eine erneuerte Reaktion ein, die wenigstens im Verlaufe der Beobachtung nicht mehr rückgängig zu machen war.

Auch das entgegengesetzte Verfahren kam zur Anwendung. Zu den aus 0,17 aeq. Lösung genommenen *Nitzschien* wurde 0,15 aeq. hinzugefügt und durchgesaugt. Der Plasmakörper gerieth dadurch sofort in Aufruhr. Die in die langen Schnäbel vertheilten Chromatophoren eilten rapide ans Zellende und wurden hier mit einer mehr oder weniger grossen Menge von farblosem Plasma in das Medium ausgestossen; sie gingen in diesem Falle schnell zu Grunde. Oder aber die Ausstossung erfolgte in der Zellmitte in der Nähe des Kernes. Dann ward meist ein durch eine Plasmahaut wohl abgeschlossener, mehr oder weniger grosser Tropfen von scharfem Umriss mit einer Anzahl von Chromatophoren versehen entleert. Es scheint mir nicht ausgeschlossen, dass man bei sorgfältiger Weiterkultur dieser Kunstprodukte, die man gewiss auch mit Kern erhalten könnte, zu ganz interessanten Resultaten würde gelangen können; in der Regel freilich gehen die Tropfen zu Grunde; ob auch die angezapften Zellen schien zweifelhaft. Ich habe keine Versuche zu einer Erhaltung der Gebilde gemacht. — Ausserdem kamen besonders für die Versuche in Betracht *Nitzschia paradoxa* und *Pleurosigma Nubecula*. Beide Formen sind auf das lebhafteste in Bewegung. Durch Zusatz und Durchsaugen der verschiedenen immer um 0,01 aeq. steigenden Na Cl-Lösungen wird die Bewegung nicht im mindesten beeinflusst, während die ebenfalls im Versuch enthaltenen *Nitzschia longissima* Individuen völlig regungslos und in drei oder mehr Plasmatheile zertrennt daliegen. Endlich bei 0,26 aeq. wird die Bewegung von *Nitzschia paradoxa* etwas langsamer und bei einzelnen in Bewegung befindlichen Individuen von *Pleurosigma Nubecula* beginnt das Plasma sich an den Gürtelseiten langsam zu lösen. Nach 20 Minuten wird 0,27 aeq. durchgesaugt und bei den ins Auge gefassten *Pleurosigma*-Individuen fängt das Plasma an sich aus den Zellenden 5—10 μ weit zurückzuziehen. *Nitzschia paradoxa* ist fast bewegungslos, während *Pleurosigma*, bisher ruhig liegend, wieder anfängt, sich zu bewegen. 0,28 aeq. plasmolysirt *Pleurosigma Nubecula* und 0,29 aeq. dann auch *Nitzschia paradoxa*. Die Bewegung hört damit auf.

In ähnlicher Weise wurde dann noch festgestellt, dass *Amphora Teta* durch 0,28 aeq. Lösung zu einer starken Zurückziehung des Plasmas vom Stauros bis zum Schalenende an einer Seite gebracht wurde, doch erlitt die Bewegung dadurch keinen Stillstand.

Nitzschia Sigma wurde erst durch 0,67 aeq. und *Pleurosigma strigosum* gar bei 1,17 aeq. Lösung zur Plasmolyse und erst kurz vorher zur Einstellung der Bewegung veranlasst.

Auch geringere Concentrationen als die des Kulturwassers wurden hier in Anwendung gebracht. *Pleurosigma Nubecula* war aus 0,17 aeq. Lösung genommen nicht im Stande 0,15 aeq. zu ertragen. Unter momentan erfolgender Deformirung der vier Chromatophoren trat ein grosser, bräunlichgefärbter Plasmatropfen aus und die Zelle war todt. *Nitzschia paradoxa* erwies sich als widerstandsfähiger. Noch bei 0,125 aeq. war an der Beweglichkeit keine Aenderung zu spüren. Bei 0,10 aeq. waren aber einzelne Zellen abgestorben, ohne dass ein Plasmaaustritt zur Beobachtung gelangt wäre; die meisten der Reihen waren noch in Bewegung, obgleich sichtlich schwächer.

Schliesslich mag noch eine Versuchsreihe erwähnt sein, die mit einer Kultur aus $26^1/_2$ m Tiefe gemacht wurde. Hier war das Kulturwasser unverändert geblieben und zeigte bei der Untersuchung 0,3 aeq.

Dieser Umstand war mir zunächst entgangen; ich setzte 0,15 aeq. hinzu und liess diese Lösung durchsaugen. Es waren besonders *Pleurosigma tenuissimum, Pl. angulatum, Pl. Nubecula, Nitzschia Closterium* und *Nitzschia longissima* vertreten. Bei der plötzlichen Herabsetzung der Concentration des Mediums platzten sämmtliche Individuen aller genannten Formen, nur *Pleurosigma angulatum* liess sich in seiner Bewegung durchaus nicht stören; als bei einem neuen Versuche 0,25 aeq. genommen war, blieb ausserdem nur *N. Closterium* verschont. Als nun diese Kultur auch noch stärkeren Concentrationen unterworfen wurde, zeigte sich an *Nitzschia longissima* bei 0,35 aeq. die erste freilich nur geringe Reaktion, die anderen Formen wurden durch 0,5 aeq. plasmolysirt. So scheint bei den in den normalen, höheren Concentrationen lebenden Individuen eine etwas grössere Widerstandskraft gegen plasmolysirende Lösungen vorhanden zu sein.

Aus diesen lediglich orientirenden Versuchen geht jedenfalls soviel hervor, dass für die Zellen-Physiologie in den marinen Diatomeen ein günstiges Objekt vorliegt.

Ob der überaus geringe Ueberschuss über die Concentration des Kulturwassers von 0,02 aeq., der bei *Nitzschia longissima* zur Reaktion genügte, den Schluss auf Plasmolyse zulässt, möchte ich unentschieden lassen. Ausser den Angaben Müller's über die grosse Reizempfindlichkeit der Diatomeen kommen hier vielleicht Beobachtungen in Betracht, wie sie unter anderem früher von Hofmeister gemacht sind. Dieser zeigte, dass ein leichter Druck mit einer Nadel auf *Nitella*-Zellen ausgeführt, genügte, um den sofortigen raschen Rückzug des protoplasmatischen Wandbelages von der Zellwand zu veranlassen. Janse[1]), dem diese Angabe entnommen ist, konnte ein gleiches Verhalten für *Caulerpa* nachweisen.

Noch eine weitere Beobachtung, die ich hier gemacht habe, ist dabei zu erwähnen. Wenn man nämlich von den zur Beobachtung fertigen *Nitzschia longissima* Individuen durch Fliesspapierstreifen Wasser der ursprünglichen Concentration absaugen liess, so war nach einiger Zeit der Punkt erreicht, dass kein überschüssiges Wasser mehr auf dem Objektträger sich befand. Wurde der Fliesspapierstreifen aber noch nicht gleich entfernt, so musste durch weiteres Wasserentziehen das Deckgläschen fester auf den Objektträger gedrückt werden, also auf darunter liegende Zellen einen gelinden Druck ausüben. Und auch in diesem Falle war ein allgemeines Zurücktreten des Plasma's von der Wand in den *Nitzschia*-Zellen wahrzunehmen. Sowie ein geringer Wasserzusatz dieses festere Andrücken aufhob, war nichts mehr von dem abgehobenen Plasma zu sehen, es hatte sich momentan wieder der Wand angelegt.

Andererseits spricht die völlig ähnliche Reaktion auf Zusatz der stärkeren Lösungen für das Vorliegen einer Plasmolyse. Es würde sich der in den Zellen herrschende Turgorüberschuss demnach nur auf 0,6 Atmosphären ca. berechnen. Die übrigen Turgorgrössen kommen den von O. Müller gefundenen Werthen nahe, z. B. *Pleurosigma Nubecula* und *Nitzschia paradoxa* ca. 3 Atmosphären; dagegen müssten diese Werthe für *Pleurosigma strigosum* eine ganz fabelhafte Grösse erreichen: ca. 30 Atmosphären, ohne dass andere Vorkehrungen als die Reibung der Gürtelbänder dem Widerstand leisten sollten. Weitere Untersuchungen werden diese Fragen aufzuklären haben.

Sehr viel allgemeiner scheint die Empfindlichkeit gegen plötzliche starke Zunahme des Turgordruckes zu sein, wie sie durch plötzliche Verdünnung des Mediums erzielt wurde.

Nitzschia longissima und *Pleurosigma Nubecula* vermochten einer plötzlichen Steigerung um 0,6 Atmosphären nicht zu widerstehen; *Pleurosigma tenuissimum* konnte eine solche von 1,5 Atmosphären nicht ertragen, welche *Nitzschia Closterium* gerade noch hinnahm, diesem waren aber 3—4 Atmosphären Differenz auch zu viel, welche dagegen *Pleurosigma angulatum* nicht sonderlich zu belästigen schienen.

So unvollständig diese Angaben bleiben mussten, können sie dennoch einen Einblick gewähren, wie ein Medium anderer Concentration auf hineingerathene Diatomeenzellen wirken muss. Es geht die allgemeine Regel daraus hervor, dass Medien höherer Concentration im ganzen für Diatomeenzellen geringere Gefahr bieten werden, als solche zu niederer Concentration. Denn die Plasmolyse kann lange ertragen werden und in der Regel wird die Zelle sich mit der Zeit der höheren Concentration anpassen können. Im Januar 1898 fand ich zahlreiche durch die Swentineströmung in die Föhrde gelangte Süsswasserdiatomeen als Planktonformen, viele davon z. B. *Melosira granulata* fast stets mit stark plasmolysirtem Plasmakörper, aber völlig lebendig. Warum sollten diese Zellen sich nicht einem so geringen Salzgehalt, wie die inneren Theile der Föhrde ihn besitzen, anzubequemen vermögen?

Auf die Wirkung eines allzu salzarmen Mediums auf Algen, die an höhere Concentration angepasst sind, hat Reinke in der Algenflora hingewiesen[2]). Ueber die Einwirkung eines mehr oder weniger häufigen Wechsels im Salzgehalt des Kulturwassers auf Meeresalgen finden sich Angaben bei Oltmanns[3]), der in der erstgenannten Arbeit den Einfluss dieses Faktors freilich überschätzt haben dürfte, wie er in der zweitgenannten Arbeit ausführt.

[1]) J. M. Janse. Bewegungen des Protoplasma von *Caulerpa prolifera*. Pringsheim's Jahrb. f. w. Bot. XXI. 215. 1890. Die betreffende Angabe von Hofmeister findet sich Pflanzenzelle. pg. 10. Leipzig. 1867.

Herr Prof. Reinke hatte die Freundlichkeit, mich auf diese Angaben hinzuweisen.

[2]) J. Reinke. Algenflora l. c. pg. 15.

[3]) Fr. Oltmanns. Kultur- und Lebensbedingungen der Meeresalgen. Pringsheim's Jahrb. XXIII. 349. 1892 und Flora 1895. 38.

Mit Hülfe der von uns gewonnenen Einsichten in die Wirkung verschieden concentrirter Salzlösungen auf Diatomeenzellen scheinen mir einige, in der Litteratur immer wiederkehrende Angaben über „Gonidien-" oder auch „Sporenbildung" in Diatomeenzellen einer entsprechenden Beleuchtung unterzogen werden zu können. In einer neueren Veröffentlichung von George Murray[1]) werden nach Aufführung verschiedener älterer Angaben von Castracane, O'Meara, Rabenhorst, welche derartige Innenkörper bei einigen Formen gesehen haben wollen, die Ruhesporen von *Chaetoceros* und *Thalassiosira* angeführt. Diese Gebilde sind ja jetzt mannigfach bekannt geworden und sollen weiterhin Erwähnung finden. Es folgt eine Angabe von Cleve[2]), welcher in einer *Biddulphia aurita* Schale eine kleinere gleiche Schale eingeschlossen sah; seine Abbildung wird reproducirt. Dass Murray feststellen konnte, dass Copepoden und andere kleine Crustaceen von Diatomeen leben, mag hier nur beiläufig erwähnt sein; es ist darauf zurück zu kommen.

Die uns hier näher interessirenden Beobachtungen beziehen sich auf *Ditylium Brightwellii* und *Biddulphia mobiliensis*. Bei beiden Formen konnte in verschiedenen Fällen festgestellt werden, dass der Plasmaleib mehr oder weniger stark kontrahirt in der Mitte der Schale lag. In einem Falle bei *Biddulphia* war er von einer kleineren etwas abweichend geformten Schale innerhalb der ursprünglichen Mutterschale aufs neue umhüllt worden. Es ist damit ein analoger Fall zu der von Cleve gemachten Beobachtung gefunden. Das Zustandekommen durch anhaltende Plasmolyse oder ähnlich wirkende Reizursachen ist einleuchtend. Da man Ruhezustände von *Biddulphien* bisher nicht kennt, ist möglicherweise die normale Ruhespore damit entdeckt. Ob die dann in späterer Jahreszeit in lebhafter Vegetation gefundenen ähnlichen Körper überhaupt zu der *Biddulphia* gehören, ist mir mehr als zweifelhaft. Sie sehen Zellen von *Guinardia* oder verwandten Formen sehr ähnlich. Jedenfalls bleibt der Verfasser den Beweis der Zusammengehörigkeit vollkommen schuldig.

Ferner wurde *Coscinodiscus concinnus* mit einer und mit zwei völlig ausgebildeten Zellen innerhalb der festgeschlossenen Mutterschalen beobachtet. Die Erklärung ist genau die gleiche wie vorhin; ob in dem einen Falle eine nachträgliche Theilung innerhalb der Mutterschalen stattgefunden, oder ob ein gerade mit getheiltem Zellkern versehenes Individuum, dem betreffenden äusseren Eingriff folgend, gleich zwei Innenzellen ausbildete, muss dahingestellt bleiben. Es ist mir nicht zweifelhaft, dass man solche ineinander geschachtelte *Coscinodiscus*-Individuen durch geeignete Einwirkungen in der Kultur würde erzielen können.

Murray fand aber ausserdem sehr kleine *Coscinodiscen*, welche mit *Coscinodiscus concinnus* grosse Aehnlichkeit zeigten. Diese lagen packetweise zu 8 und 16 zusammen, sie waren in jedem Falle durch eine zarte Membran zusammengehalten. Aus verschiedenen Tiefen wurden ausser diesen Packeten zahlreiche grosse *Coscinodiscus*-Individuen heraufbefördert, die ihren Plasmaleib in 8 und 16 abgerundete Theile zerlegt zeigten. Im ersteren Falle waren die Kugeln etwa doppelt so gross wie im letzteren. Der Verfasser schliesst aus dem häufigen gemeinsamen Vorkommen auf Zusammengehörigkeit zu einer Entwickelungsreihe. Er stellt sich diesen Vorgang so vor, dass die 8—16 Plasmaportionen sich mit Schalen umgeben und die erwähnten Packete bilden. Da er eine nur sehr geringfügige oder fast fehlende Verkieselung der in den Packeten enthaltenen Schalen nachweisen konnte, schliesst er, dass solche (fast) unverkieselten Schalen Flächenwachsthum würden besitzen können, und also aus den 8—16 Plasmaportionen wirklich neue *Coscinodiscus*-Individuen von normaler Grösse entstehen würden! Diese Angaben sind ausführlicher wiedergegeben, als sonst nothwendig gewesen wäre, um dem Leser ein Urtheil über die Arbeit zu ermöglichen.

Setzt man die ganzen Beobachtungen als richtig voraus, so sind mindestens zwei Fehler in der Schlussfolgerung enthalten. Einmal kann aus dem gemeinsamen Vorkommen mit nichten auf Zusammengehörigkeit in eine Entwickelungsreihe geschlossen werden. Zweitens ist es eine völlig irrige Voraussetzung, dass es die mehr oder weniger starke Einlagerung von Kieselsäure sei, welche das nachträgliche Wachsthum der Diatomeenschalen hindere. Da, wie bereits durch H. von Mohl[3]) nachgewiesen ist, die Schalen aus organischer, und zwar, wie wir sahen, celluloseähnlicher Masse bestehen, so ist, wie Pfitzer[4]) in sehr zutreffender Weise ausgeführt hat, a priori ein Wachsthum möglich. Dass thatsächlich kein eigentliches Flächenwachsthum mit Ausnahme der Verlängerung der Gürtelbänder stattfindet, ist in der ganzen Organisation der Diatomeen begründet und kann durch Murray's Hypothesen nicht umgestossen werden.

[1]) George Murray. On the reproduction of some marine Diatoms. Proceedings of the R. Soc. of Edinburgh. XXI. 1896. 207—219. 3 Taf.

[2]) Bihang. K. Svensk. Vet. Ak. Handl. I. citirt nach Murray.

[3]) H. v. Mohl. Kieselskelet etc. Bot. Ztg. 1861. 220.

[4]) Bau und Entwicklung 25.

Auch ist es positiv sicher, dass die Plasmakugeln nicht in den normalen Entwickelungsgang von *Coscinodiscus* gehören, da es mir gelang, die auf normale Weise von Statten gehende Auxosporenbildung zu beobachten.[1]) Ob nun parasitische *Chytridiaceen* die Erscheinung bedingen, ob irgend welche Reizvorgänge im Spiele sind, oder ob durch plasmolytische Einwirkungen eine so weitgehende Zerlegung des Plasmaleibes erfolgen kann, muss einstweilen dahingestellt bleiben. Mir scheint die erst genannte Möglichkeit am meisten Wahrscheinlichkeit zu besitzen. Jedenfalls konnte gezeigt werden, dass die Beobachtungen und Ausführungen von Murray, der auch an *Chaetoceros*-Formen ähnliche Vorgänge beschreibt, nicht dasjenige Maass von Selbstkritik genossen habe, welches gefordert werden muss, wenn es sich darum handelt, wichtige Thatsachen in den Bau unserer Wissenschaft neu einzufügen. —

Noch ein paar weitere Vorgänge sind hier zu erwähnen, da sie mit der Aenderung des Turgescenzzustandes der Zelle in Verbindung stehen. Pfitzer[2]) weist auf eine Beobachtung von Petit hin, der in trockenem Schlamm eingebettete Zellen fand, deren Plasma ganz nach einem Zellende hin zusammengezogen war. Die Zellen waren nicht abgestorben, sondern liessen sich sogar nach acht Monaten noch wieder in völlig normalen Zustand überführen. Es ist das wohl nur durch eine sehr langsam voranschreitende Austrocknung zu erreichen, welche den Zellen in dem Maasse Wasser entzieht, als die Austrocknung des Bodens etc. weitergeht. Vermuthlich wird dabei der Turgor der Zellen stetig erhöht werden, so dass der in einer Zellecke zusammengezogene Plasmaleib das letzte für die Erhaltung des Lebens unentbehrliche Wasser mit auserordentlicher Gewalt festzuhalten vermag.

Von dieser Form der Ueberdauerung trockener Jahreszeiten unterscheidet sich die bekannte Bildung der Craticularzustände[3]) nur durch eine mehrfache Umhüllung des von der Wand zurücktretenden Plasmaleibes mit immer neuen, kleiner und kleiner werdenden Schalen. Sind die Schalen ungleich, wie bei *Achnanthes*, so werden häufig sehr viel mehr Oberschalen als Unterschalen gebildet. Das umgekehrte Verhältniss ist mir nicht vorgekommen.

Da sich derartige Craticularzustände von *Achnanthes* bilden, ohne durch Wassermangel oder etwa stärkere Concentration des Kulturwassers veranlasst zu sein, so muss das Plasma durch irgend welche anderen Umstände zu einer solchen Contraction veranlasst werden. Es ist das ja an sich nichts Wunderbares, da bei jeder Auxosporenbildung, bei jeder Bildung von Ruhesporen *(Chaetoceros, Thalassiosira)* Plasmacontractionen vorkommen. Freilich sind uns die bei der Ausführung in Frage kommenden Faktoren noch völlig unbekannt, vielleicht aber ist gerade ein solcher Hinweis genügend, um zur Erforschung der intimeren Vorgänge anzuregen, da ja, wie meine Ausführungen zeigen, die Diatomeen ein bei einiger Aufmerksamkeit und Vorsicht leicht zu behandelndes und viele Eingriffe gestattendes Objekt darstellen.

Zum Schlusse möchte ich hier kurz auf einen mir nur aus dem Referat im botanischen Jahresbericht 1892 bekannt gewordenen Abschnitt einer später noch weiter zu behandelnden Arbeit von Miquel[4]) eingehen, in welchem der Einfluss von Temperatur, Licht, Austrocknen, verschiedener Chemikalien in Lösungen verschiedener Concentration behandelt wird. Nach dem Referate zu urtheilen, treten in diesen Angaben die Mängel von Laboratoriumsversuchen insofern stark hervor, als den natürlichen Lebensbedingungen, unter denen z. B. Austrocknen eintreten kann, nicht in ausreichendem Maasse Rechnung getragen wird. Es kann nur in der steten Vergleichung der thatsächlichen Befunde in der Natur das nothwendige Correctiv derartiger einseitiger Versuche gefunden werden. Schon aus den angeführten Beobachtungen von Petit geht hervor, dass Diatomeenzellen unter Umständen eine starke Austrocknung vertragen können. Und so muss ich hier darauf hinweisen, dass trotz der widersprechenden Versuchsresultate von Miquel dem Staube eine ganz ausserordentliche Bedeutung für die Verbreitung unserer häufigsten Süsswasserdiatomeen — ja wohl überhaupt Süsswasseralgen — zugeschrieben werden muss.

Kehren wir nach dieser Abschweifung noch wieder zu den Wänden der Diatomeenzelle zurück, so ist ein Theil der Wandungen bisher noch nicht in den Kreis der Betrachtungen gezogen worden, nämlich die Gürtelbänder und verwandte Bildungen, welche von O. Müller als Zwischenbänder bezeichnet worden sind.[5])

[1]) Annales de Buitzg. Suppl. II. Neuere Unters. über die Auxosporenbildung der Diatomeen. 51.

[2]) Pfitzer in Schenck's Handbuch. l. c. 430.

[3]) Vergl. darüber die Ausführungen Pfitzer's in Bau u. Entwicklung. 102. f. u. in Schenck's Handbuch. 430.

[4]) cf. P. Miquel. Recherches expérimentales sur la physiologie, la morphologie et la pathologie des Diatomées. Ann. de mikrographie. 1892. p. 273. Referat in Just's Jahresbericht 1892. 1. 115.

[5]) O. Müller. Zwischenbänder u. Septen der Bacillariaceen. Ber. d. D. Bot. Ges. 1886. 306.

Es liegt nicht in meiner Absicht, auf die Resultate dieser als „Vorläufige Mittheilung" bezeichneten Arbeit näher einzugehen, da das Wesenlichste in die Zusammenstellung im Engler-Prantl übernommen, also allgemein zugänglich ist. Besonders aufmerksam machen wollte ich nur auf die Falzstellen, wo Gürtelband oder Zwischenband an die Schalen resp. aneinander angesetzt sind; durch untergreifende breite Ränder wird hier eine innige Berührung und Verwachsung der beiden Stücke erzielt. Die betreffenden Figuren der Arbeit Müller's geben eine treffliche Erläuterung dieser Thatsache.

In der im systematischen Theil gebrachten Beschreibung der Auxosporenbildung von *Rhabdonema adriaticum* war nun hervorgehoben, wie eine bei Zelltheilungen nicht auftretende Form von septenlosen Zwischenbändern die nahe bevorstehende Auxosporenbildung auch äusserlich leicht kenntlich macht. Bei einer Vergleichung der betreffenden Figur wird man erkennen, dass auch hier die über- und untereinandergreifenden Ränder als Falzflächen wirken müssen. An weiterem Vergleichsmaterial für diese Art der Zwischenbänder fehlt es sonst, doch ist es nicht unmöglich, dass fernere Beobachtungen etwa bei *Tabellaria*-Arten, bei *Striatella* oder bei *Rhabdonema minutum* ähnliche Erscheinungen kennen lehren werden.

Mit Bezug auf die Nomenclatur habe ich versucht, den Ausdruck Zwischen**bänder** auf diese septenlosen Gebilde zu beschränken, während ich die typischen, Septen tragenden Abschnitte der *Tabellarieen* als Zwischen**schalen** bezeichnete.

c. Gallertausscheidungen der Diatomeenzellen.

Einer Erwähnung bedürfen hier schliesslich noch die verschiedenen Gallertbildungen[1]), die im Leben der Diatomeen eine grosse Rolle spielen und zwar zunächst die Gallertstiele. Das Verständniss, wie die Stielbildung zu Stande kommt und an welche Bedingungen sie geknüpft ist, wird am leichtesten gewonnen werden aus den Angaben O. Müller's über die Stiele der *Melosira undulata*[2]). Diese Form hat die Eigenthümlichkeit scheinbar an jeder beliebigen Stelle ihrer Oberfläche einen Stiel hervorbringen zu können, sie stellt das einzige Beispiel einer Diatomee dar, welche gleichzeitig mehrere Stiele produziren kann; es müssten denn die kleinen Gallertkappen, welche *Rhabdonema*- oder *Grammatophora*-Zellen zu Zickzackbändern aneinander befestigen, damit verglichen werden. Immerhin bleibt aber der ersterwähnte Unterschied, denn auch die genannten Formen sind nur an bestimmten Stellen der Schalen befähigt Stielbildungen hervorzubringen.

Wenn das also als wesentlicher Unterschied hervortritt, so liegt es ja sehr nahe, den vorher erörterten Bau der Wand dieser *Melosira* damit in Zusammenhang zu bringen und als nothwendige Voraussetzung der Stielbildung die Durchbrechung der Wand mit Poren an der betreffenden Stelle zu betrachten. Freilich muss man dann, worauf Müller selber bereits hinweist, auch die Annahme machen, dass Stiele, die am porenlosen Schalenrand, am Centrum des Discus oder an den übereinander verschiebbaren Gürtelbändern haften, nicht von dort ausgegangen sind, sondern von Nachbarzellen dort wie an einem Fremdkörper angeheftet wurden.

Damit gewinnen wir die Ueberzeugung, dass von dem Zellinnern, d. h. vom lebenden Plasma aus die Gallertstiele gebildet werden. Die frühere auch von Pfitzer[3]) vertretene Annahme, dass die Stiele Umwandlungsprodukte der äussersten Membranschichten seien, ist nicht haltbar. Schon Klebs[4]) führte mit Recht das andauernde Wachsthum der Stiele und das Fehlen der Kieselsäure in ihnen als wesentliche Beweisgründe gegen ihre Entstehung aus Umbildung der Zellhaut an.

Das Wachsthum der Stiele ist bei *Brebissonia Boeckii* mit Sicherheit zu beobachten, da nach jeder Zelltheilung die beiden Tochterzellen sich durch Ausscheidung je eines eigenen Stieles von einander entfernen; man hat dann schliesslich an dem ursprünglich eine Zelle tragenden Gallertstiel eine ganze Kolonie von Zellen, jede auf besonderem Stielchen, welche alle auf den ursprünglichen einen zurückzuführen sind.

Die Stiele speichern lebhaft Methylenblau, Bismarckbraun, Saffranin, Hämatoxylin aber kein Eosin; sie lösen sich in starker aber nicht in verdünnter Schwefelsäure. Die zeitweiligen Endpunkte der Gallertstiele sind durch intensivere Tingirbarkeit ausgezeichnet; dies deutet darauf hin, dass die Stiele sonst sehr rasch und gleichmässig gebildet werden, bis nahende Zelltheilung die Ausscheidung stört.

[1]) Von den zwischen je zwei benachbarten Zellen von *Melosira* auftretenden Gallertpolstern sehe ich hier ab, es dürfte kaum zweifelhaft sein, dass sie durch die stark verdünnten Wandstellen des Discus hindurch vom Zellplasma abgesondert werden.

[2]) O. Müller. Bacillariaceen aus Java. I. Ber. d. D. Bot. Ges. VIII. 324. 325. 1890.

[3]) E. Pfitzer in Schenck's Handbuch. l. c. 422.

[4]) G. Klebs. Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. Tübinger Untersuchungen. II. 388—91.

Die Stiele, welche Kolonien von *Achnanthes longipes* oder *A. brevipes* tragen, sind stets an einer der Ecken der unteren concaven Schale befestigt. Ihre Reaktionen gleichen denen von *Brebissonia*.

Bei dem Versuche an *Brebissonia* genauer festzustellen, wie die Stiele mit dem Plasma in den Schalen in Verbindung stehen, machte ich von den genannten Färbemitteln Gebrauch. Bismarckbraun färbt das Plasma in demselben Farbenton wie die massiven Gallertstiele, Methylenblau färbt die Gallertstiele sehr viel intensiver als das Plasma, welches nur mattblau erscheint. Da fielen an den freien Zellenden kleine mit Methylenblau intensiv gefärbte Pünktchen, die allgemein verbreitet waren, ins Auge. Bei Vergleich der halben Schalenansicht von *Brebissonia* (Fig. 185) fällt der hornartig ins Zelllumen vorspringende Endknoten der Schale auf. Ich hatte diesem Organ die Ausscheidung bis dahin zugeschoben; die intensiv blauen Pünktchen lagen aber in gerader Verlängerung der Raphe über den Endknoten hinaus unweit des Schalenrandes. Bei genauer Betrachtung dieser Stelle an guten Schalenpräparaten von der Innenseite aus erkennt man leicht den weit vorstehenden Zapfen des Endknotens. Von hier an zieht sich nun eine Tüpfelstelle über den Endknoten hinaus, die bis an den Schalenrand, immer schmäler und schmäler werdend, verfolgt werden kann. (Fig. 185.) Dort, wo die Schale umbiegt, um an das Gürtelband anzusetzen, durchsetzt als Fortsetzung der beschriebenen Tüpfelstelle ein feiner Nadelstichporus die Schale. Dieser Porus ist an beiden Schalenenden völlig gleichartig ausgebildet und entsprach der intensiv blau gefärbten Stelle der freien Zellenden. Hier ist also die Wanddurchbrechung, welche, den Poren von *Melosira undulata* entsprechend, die Gallertausscheidung aus dem Zellplasma gestattet und die Ansatzstelle der Stiele vorzeichnet. Die Angabe von Hauptfleisch[1]) ist insofern richtig, als thatsächlich an den von ihm als dunkle Punkte bezeichneten Stellen die Gallertausscheidung stattfindet. Freilich konnte ich an den Stielen die durch die Färbung markirte neutrale Zone, wo die Gallerte des einen und des andern Schalenporus sich begegnen, nicht beobachten. Den Porus hat Hauptfleisch aber nicht wirklich nachzuweisen vermocht. Von Interesse ist auch, dass an den freien Zellenden die Gallertabscheidung nicht völlig aufgehoben wird. Bei den gestielten *Achnanthes*-Arten sind sehr ähnliche Porenstellen an den Ecken der unteren Schalen vorhanden, doch ist die Durchbruchstelle der Schalenstruktur wegen viel schwerer nachweisbar. Auch bei *Rhoicosphenia* scheint, wenigstens auf der oberen, nur mit Pseudoraphe versehenen Schale ein solcher Porus gebildet zu sein, auf der unteren Schale konnte ich nur den Endknoten sehen.

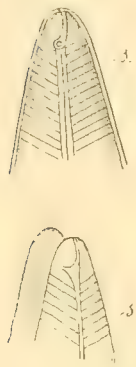


Fig. 185. *Brebissonia Boeckii.* Gallertporus. s. i. von der Innenseite. s. h. v. o. halb von oben (von der Aussenseite). 1000 : 1.

Von den Gallertstiel tragenden Diatomeen unterscheiden sich andere, deren häufigste Vertreter *Mastogloia*-Arten sind, dadurch, dass sie rings herum mit Gallerthülle auf einem Substrat, z. B. dem Objektträger in Kulturen festgeheftet werden. Sie kehren dabei dem Substrat stets eine Schalenseite zu. Ob die Ausscheidung durch Vermittlung der Raphe erfolgt oder wie sonst, kann ich nicht angeben. — Auch für *Cocconeis*-Arten möchte ich eine Festheftung durch Gallerte annehmen, obwohl man hier keine so grossen Ringe um die Zellen findet. Die Reaktion der *Mastogloia*-Gallerte entspricht derjenigen der *Brebissonia*-Stiele. Ueber Gallertabscheidung bei *Navicula (Pinnularia) major, N. nobilis, N. viridis, Rhopalodia gibba* und *Cymbella cuspidata* während der Bewegung der Zellen, vergl. O. Müller, Ortsbewegung V. 79. 80.

Bei dieser Gelegenheit ist auch darauf hinzuweisen, dass bei der Auxosporenbildung der Mehrzahl aller bisher beobachteten Formen reichliche Gallertbildung sich einstellt, welche ebenfalls direkt von den Plasmakörpern ausgeht. Das ist besonders deutlich da, wo die Schalen durch kleine Strömungen fortgeschwemmt zu werden pflegen. Ganz ohne Gallertbildung fand ich bisher nur die Auxosporenbildung von *Synedra, Pleurosigma, Amphiprora* und *Nitzschia,* sowie der Planktonformen.

Dagegen muss ich hier darauf aufmerksam machen, dass bei der Auxosporenbildung auch die Umwandlung von Membranen in Gallerte vorkommt. Die auf dem Scheitel so vieler Perizonien gefundenen kappenartigen Bildungen sind mehr oder weniger — je nach dem Alter — gallertig beschaffen und thatsächlich wird ja die Oeffnung der Perizonien schliesslich durch völlige Vergallertung dieser Kappen bewirkt.

Den Uebergang zu den eigenartigsten Gallertbildungen der Diatomeen, zu den Gallertschläuchen, finden wir am einfachsten, wenn wir das Verhalten einzelner auf den Kultur-Objektträgern frei herumkriechender Schlauchdiatomeen beobachten. Seien dies *Navicula*-Arten oder *Pleurosigma eximium* oder *Amphipleura,* stets findet man das einzelne Individuum in einem seinen Umfang etwas an Weite übertreffenden Schlauche, der

[1]) P. Hauptfleisch. Auxosporenbildung von *Brebissonia Boeckii* Grun. l. c. pg. 3.

1—3 Mal so lang ist, wie die Schalenlänge der Zelle. Der Schlauch ist vorn und hinten offen und seine Gallertwand offenbar in der Mitte am dicksten; er ist in seiner ganzen Länge am Substrat festgeheftet. Die Zelle befindet sich in ununterbrochener Bewegung, die Länge des Schlauches bald nach dieser, dann wieder nach der entgegengesetzten Richtung durchmessend. Es ist mit kurzen Worten der Schlauch nichts anderes, als eine der Beweglichkeit der Zellen Rechnung tragende Gallerthülle, die auch durch die stete Bewegung der Zelle allein offen gehalten werden dürfte.

Diese Thatsache kann man auf Objektträger-Kulturen oft und leicht beobachten und es sind die Schläuche auch noch offen, wenn bereits zahlreiche Individuen darin enthalten sind, z. B. bei *Navicula mollis*. Später dagegen sollen, wie W. Smith[1]) in der Synopsis deutlich abbilden lässt, die Schläuche am Ende geschlossen sein.

An Alkoholmaterial von *Navicula corymbosa* vom März 1896 konnte ich diese Ueberzeugung nicht gewinnen. Die Schläuche, die auch hier reich verzweigt sind, schienen mir am Ende niemals geschlossen zu sein. Entweder waren die Schläuche fast oder ganz leer; dann war eine am Ende deutlich offene Gallertröhre vorhanden oder die Schläuche waren prall mit unzähligen Individuen angefüllt. Dann verliert der Schlauch gegen das Ende hin mehr und mehr seine feste Rundung. Die Gallerthülle wird dünner, so dass die eckigen Umrisse der einzelnen Individuen äusserlich hervortreten. Die auf dem Querschnitt vorhandene Individuenzahl nimmt mehr und mehr ab. Schliesslich endet der Schlauch mit einer doppelten oder einfachen Reihe von Individuen, welche sämmtlich durch eine die ganze Oberfläche ihrer Schalen dicht überziehende Gallerte fest unter einander und mit den noch im eigentlichen Schlauche steckenden Individuen verklebt sind.

Ob das stets so ist, oder ob Smith's Figuren für andere Vegetationszeiten und andere Formen werden richtiger befunden werden, muss ich dahingestellt sein lassen.

Einer genaueren Untersuchung würde hier also vor allem die Frage bedürfen, wie kommt es, dass die zahllosen in einem oft reich verzweigten Schlauche enthaltenen Individuen alle an dem Weiterbau des gemeinsamen Schlauches theilnehmen und wodurch wird Wachsthumsrichtung und Verzweigungsmodus solcher Schläuche bestimmt?

Man könnte ja einwenden, dass z. B. auch eine *Nostoc*-Kolonie eine einheitliche Gallertmasse darstelle, zu deren Anhäufung alle Zellen beitragen, doch fehlt bei *Nostoc* die weitgehende Verzweigung und scheinbar aktive Gestaltungsfähigkeit der Gallerte.

Die Reaktion der Gallertschläuche und Gallerthüllen sind denen der Gallertstiele gleich.

II. Zelltheilung.

Die Theilung der Diatomeenzellen ist ein sehr häufiger Vorgang, da ja die ganze Vermehrung der Diatomeen, soweit wir wissen, ausschliesslich auf fortgesetzter Zelltheilung beruht. Es ist durch verschiedenartige Beobachtungen für Plankton-Diatomeen und Peridineen festgestellt, dass etwa alle 4—5 Tage eine Theilung jeder Zelle unter normalen Verhältnissen stattfindet[2]). Für Grunddiatomeen fehlen zwar bisher solche Beobachtungen, doch ist kein Grund vorhanden, ein erheblich abweichendes Verhalten vorauszusetzen.

Um so merkwürdiger ist es, dass wir über die wichtigsten Fragen vielfach noch ungenügend unterrichtet sind oder erst in der jüngsten Zeit eingehendere Kenntniss von ihnen erlangt haben.

Von grosser Bedeutung für die Entwickelungsgeschichte der Diatomeen, speciell für die durch fortwährende Theilungen herbeigeführte Verkleinerung der Zellen und die dadurch bedingte Nothwendigkeit periodischer Auxosporenbildung ist das von O. Müller[3]) für *Melosira arenaria* aufgefundene und bewiesene Gesetz der Zelltheilungsfolge, welches aussagt, dass von zwei eben gebildeten Tochterzellen die kleinere (ihren Schalen nach!) den doppelten Zeitraum zur Vollendung ihrer Theilung gebraucht wie die grössere. „Die grössere Tochterzelle der nten theilt sich in der folgenden Theilungsperiode, der n + 1ten, die kleinere Tochter-

[1]) W. Smith. Synopsis l. c. LVIII. 364. 366 u. s. w.

[2]) V. Hensen und C. Apstein. Die Nordsee-Expedition 1895 des Deutschen Seefischerei-Vereins. Ueber die Eimenge der im Winter laichenden Fische. Wissensch. Meeresuntersuchungen. N. F. II. 2. 1897. pg. 79.

G. Karsten. Die Formänderungen von *Sceletonema costatum* (Grev.) Grun. und ihre Abhängigkeit von äusseren Faktoren. Wissensch. Meeresunters. III. 2. 1898. pg. 13.

[3]) O. Müller. Die Zellhaut und das Gesetz der Zelltheilungsfolge von *Melosira (Orthosira Thwaites) arenaria* Moore. Pringsheim's Jahrb. f. w. Bot. XIV. 239.

zelle dagegen regelmässig erst in der zweitfolgenden, n + 2ten Theilungsperiode". Wie weit freilich die Gültigkeit dieses Gesetzes für andere Formen geht, bedürfte erst noch einer Untersuchung, die für viele Arten kaum durchzuführen sein wird.

Nachträglich ist es mir möglich geworden, hier ein paar Bemerkungen einzuschalten mit Bezug auf die Arbeit von Miquel[1]), welche mir infolge der geringen Verbreitung der Zeitschrift in Deutschland entgangen war und die ich nur durch die grosse Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. G. Klebs habe einsehen können.

Miquel bezweifelt im ersten Abschnitt des mir zugänglichen Theiles seiner Arbeit die allgemeine Gültigkeit dieses Müllerschen Gesetzes. Es gelingt ihm nachzuweisen[2]), dass Reinkulturen von *Nitzschia linearis*, deren Ausgangsmaterial genau gemessen war, nach 40 Tagen an 500 gemessenen Exemplaren Zahlen als Resultat ergeben, welche zwar dem Binomialtheorem, nicht aber dem Müller'schen Gesetze entsprechen.

Nur in dem Punkte befindet Miquel sich unbezweifelbar im Irrthum, dass er behauptet, O. Müller habe die Allgemeingültigkeit seines Gesetzes für alle Diatomeen aussprechen wollen, dessen Geltung für *Melosira arenaria* durch Miquel's Einwände übrigens nicht im mindesten beeinträchtigt werden kann.

Demgegenüber hebe ich folgende Stelle aus Müller's Arbeit[3]) hervor, welche genügt, Miquel's Annahme als unberechtigt nachzuweisen: „Vielleicht, sogar wahrscheinlich, wirken mannigfache Ursachen auf das Gesetz der Zweitheilung modificirend ein, vielleicht folgen verschiedene Arten den verschiedensten Gesetzen, welche sich kaum je unserer Kenntniss erschliessen werden, weil die Bedingungen ihrer Erforschung zu ungünstige sind. Der tiefere Einblick in eine dieser präsumtiven Mannigfaltigkeiten . . . . . dürfte, selbst wenn ihr Nachweis nur für eine oder wenige Arten gelingen sollte, aus den angeführten Gründen wohl einiges Interesse beanspruchen." —

Naturgemäss zerfällt der Verlauf jeder Zelltheilung in die Abschnitte der Zerlegung des Protoplasmaleibes und seiner für das Zellenleben unentbehrlichen Einschlüsse in zwei Tochterzellen und der Bildung der beiden neu eingeschobenen Schalen.

Im ersteren Entwickelungsabschnitte sind wieder die auf die Chromatophoren und Pyrenoïde bezüglichen Erscheinungen von der eigentlichen Kerntheilung zu trennen.

Betrachten wir zunächst das Verhalten der Chromatophoren und ihrer Pyrenoïde!

In allen Fällen, welche zahlreiche oder doch eine unbestimmte Zahl von Chromatophoren in den Zellen aufweisen, übt die bevorstehende Theilung keinen ersichtlichen Einfluss aus. Es fällt nachher jeder der beiden Tochterzellen eine gewisse Anzahl von Chromatophoren zu, die sich je nach Bedarf vermehren. Anders liegen die Verhältnisse dort, wo eine geringe und genau bestimmte Anzahl meist grösserer Platten beobachtet wird.

Schon Pfitzer[4]) hatte die Theilung der Chromatophoren bei den grossen *Navicula- (Pinnularia-)*Arten beobachtet. Er giebt an, dass die beiden den Gürtelseiten anliegenden Platten vor Beginn der Theilung auf die Schalenseiten hinüberwandern und durch zwei schief verlaufende Einschnitte getheilt werden. Von diesen Formen unterscheidet sich nach Pfitzer[5]) die Gattung *Neidium* dadurch, dass ihre Chromatophoren nicht wandern, sondern noch den Gürtelseiten anliegend „durch dem längsten Durchmesser der Zelle parallele Einschnitte" die Theilung erleiden. Bei *Navicula aspera* konnte ich bei einer nicht völlig auf die Schalenseite hinübergewanderten Chromatophorenplatte feststellen, dass die Einschnitte nicht am Rande begannen, sondern dass von der Mittellinie der Platte aus eine bogenförmig verlaufende Trennungslinie gegen die Ränder hin vordrang. Weitere Modifikationen sind bei den von mir als *Pseudo-Naviculae* zusammengefassten Formen, die ihre Chromatophoren stets auf der Schalenseite führen, zu konstatiren. Auch hier unterbleibt jede Wanderung und die Theilung findet als eine weitere Durchführung der an den Schalenden vorhandenen Einschnitte statt. *Navicula Lyra* endlich mit vier paarweise durch ein Pyrenoïd verbundene Chromatophoren legt die Einschnitte ebenfalls in Richtung der Raphe, so dass jede Tochterzelle die halbirten Pyrenoïde und Chromatophoren an den einander zugewandten Seiten zu ergänzen hat.

[1]) P. Miquel. Recherches expérimentales sur la physiologie, la morphologie et la pathologie des Diatomées. Annales de mikrographie. 1892. 529.

[2]) Miquel. l. c. pg. 540.

[3]) Müller. l. c. 237. 238.

[4]) E. Pfitzer. Bau und Entwicklung l. c. 36. 51.

[5]) l. c. 39.

Ebenso verhalten sich die mit sehr ähnlichen Chromatophoren versehenen *Amphorae linoclatae*, während die *Amphorae propriae* die Theilung ihrer einzigen Chromatophorenplatte als Fortsetzung der in der Mitte des kürzeren Gürtelbandes meist vorhandenen medianen Randeinschnitte eintreten lassen. Für *Brebissonia* ist richtig zu stellen, dass die von Pfitzer[1]) als Beginn der Zerlegung gedeuteten Einschnitte auf der Gürtelseite stets vorhanden sind.

Für *Pleurosigma* hatte ebenfalls bereits Pfitzer[2]) beobachtet, dass schon lange vor der Theilung der Zerfall der beiden normal an den Gürtelseiten liegenden Chromatophoren in vier durch eine Quertheilung in der Zellmitte stattfindet. In den jungen Tochterzellen wachsen dann die paarweise übernommenen Platten in der Zellmitte schräg aneinander vorbei und legen sich völlig je einer Gürtelseite an.

Pleurosigma angulatum theilt nach O. Müller[3]) die beiden Chromatophoren durch einen Querriss der mittelsten Schleife in je zwei, welche bis nach vollendeter Zelltheilung an ihren alten Schalen liegen bleiben. Später müssen sie die Wanderung auf die neu gebildeten Schalen antreten. Ihre Form ist dann merklich dicker, wurstartig mit glatten Rändern. Durch eine kleine Ausbiegung in der Mitte gegen die Raphe hin kommt die erste Andeutung der Mittelschleife zu Gesicht.

Bei *Pleurosigma Nubecula* tritt — wenigstens bei den der Auxosporenbildung vorangehenden Theilungen — keine vorherige Zerlegung der in Vierzahl vorhandenen Chromatophoren ein. Es muss also die Vermehrung der Chromatophoren erst in den Tochterzellen erfolgen. Dieser Fall wäre dem von Pfitzer[4]) bei *Stauroneis* angegebenen Verhalten analog. Auch hier (wohin voraussichtlich die *Navicula complanata* gehören dürfte) liegen die Chromatophoren noch ungetheilt den alten Schalen an.

Bei den *Pleurosigmata coccochromatica* wird, soweit im äusseren Gesammtumriss der Chromatophoren die Plattenform gewahrt bleibt, ein ähnliches Verhalten vorausgesetzt werden dürfen, ohne dass ich Einzelheiten bei mangelnder Beobachtung anzugeben vermag. Bei *Pleurosigma giganteum* dürfte dagegen kein merklicher Einfluss der bevorstehenden Zelltheilung auf die zahlreichen kleinen ovalen Chromatophoren vorhanden sein.

Bei *Rhoicosphenia* fand Pfitzer[5]) bereits, dass die eine Chromatophor-Platte durch eine Erweiterung der in der Mediane der betreffenden Gürtelseite vorhandenen Randeinschnitte in zwei zerlegt werde. Bei den mit vier paarweise verbundenen Chromatophoren versehenen *Achnanthes*-Arten geht die Theilung median durch Pyrenoïd und beide Platten.

Für *Nitzschia elongata* und *sigmoïdea* giebt Pfitzer[6]) Längstheilung der Platte an. Ob das für alle Fälle zutreffend sein wird, ist mir zweifelhaft, doch kann ich keine genauere Angaben machen.

Für *Surirella* giebt Pfitzer[7]) an, dass sich die eine nach vollendeter Zelltheilung jeder Tochterzelle überkommene Platte parallel ihrer Fläche theile. Ich habe keine Beobachtung darüber anstellen können.

Eine genaue Verfolgung der intimeren Vorgänge bei der Kerntheilung der Diatomeen war natürlich Anfang der siebziger Jahre, als Pfitzer's Bau und Entwicklung erschien, nicht möglich. Lauterborn[8]) hat, durch ausserordentlich geeignetes Material begünstigt, kürzlich eine sehr eingehende Darstellung der Kerntheilung gegeben, auf welcher die hier folgenden Angaben beruhen.

Der ruhende Kern von *Surirella calcarata* ist von nierenförmigem Umriss; in der Einbuchtung liegt ein kleines Centrosom. Der Beginn der Kerntheilung wird durch eine geringe Vergrösserung des aus der Kernbucht heraustretenden Centrosomes und eine von ihm ausgehende plasmatische Strahlung gekennzeichnet. Aus dem Centrosom geht in diesem Stadium durch Theilung oder dergl. die Anlage der Centralspindel hervor, welche sich gegen den Kern hin vom Centrosom entfernt und zu einer recht voluminösen aber sehr blassen Kugel anschwillt. Inzwischen beginnt auch der Kern sich zu rühren. „Das netzig-wabige Gerüstwerk lockert sich," die Chromatinkörnchen fangen an sich reihenweise zu ordnen. Sie bilden zunächst perlschnurähnliche

[1]) l. c. Bau und Entwicklung. 77.
[2]) l. c. 58.
[3]) O. Müller. Chromatophoren mariner Bacillariaceen. l. c. 481.
[4]) E. Pfitzer. Bau und Entwicklung. l. c. 57.
[5]) l. c. 91.
[6]) l. c. 96.
[7]) l. c. 116.
[8]) R. Lauterborn. Unters. über Bau, Kerntheilung und Bewegung der Diatomeen aus d. Zoolog. Institut der Universität Heidelberg. Lpzg. 1896.

Reihen, später überall gleich starke Fäden zu einem dichten Knäuelwerk vereinigt. Die zahlreich vorhandenen Nucleolen verschwinden in diesem Stadium. Die äussere Form ist nicht mehr nierenförmig, sondern etwa elliptisch. In der umhüllenden Plasmamasse treten zahlreiche Doppelstäbchen auf.

Während sich nun das dichte Knäuel mehr und mehr lockert, geht die Centralspindelanlage aus ihrer kugeligen in eine abgeplattet-rundliche und dann durch Stärkung ihrer Randpartieen in eine niedrig-cylindrische Form über. An der dem Centrosom zugekehrten Seite dieses schnell grössere Höhe erreichenden Cylinders treten zwei randständige Kügelchen auf, während das Centrosom verschwindet. Inzwischen ist das lockere Knäuelwerk des Kernes in schleifenförmige Abschnitte zerfallen. In diesem Zeitpunkte tritt die Centralspindel, welche zu einem ziemlich hohen Cylinder mit zart längsgestreifter Aussenfläche herangewachsen ist, in den Kernraum hinein.

Während die Centralspindel unter fortschreitender Streckung die Mitte des Kernes gewinnt, zerspalten sich die U-förmigen Schleifen der Länge nach und alle Chromosomen ordnen sich zu einem dichten Ringe um die Spindel. Die beiden am Rande der Spindel bemerkten Kügelchen haben sich zu neuen Centrosomen herangebildet und von der Centralspindel gelöst.

Nachdem dieses Stadium der Kernplatte einige Zeit gedauert hat, findet die Trennung der Chromosomenpaare statt. Sie weichen von der Mitte der Spindel langsam nach den Polen hin auseinander. Mit dem Auftreten der hellen Trennungslinie im Aequator der Kernplatte beginnt auch die Zelltheilung ihren Anfang zu nehmen.

Bei dem Auseinanderrücken der Chromosomen entspricht der frei werdende äquatoriale Theil der Spindel den Verbindungsfäden typischer Karyokinesen. Je mehr sich nun die beiden Chromosomenringe den Polen nähern, um so mehr verengt sich die centrale Oeffnung der Ringe, sodass schliesslich die Enden der Spindel von den äquatorialen Theilen abgeschnürt werden. Der Mitteltheil der Spindel wird durch die Trennung der beiden den neuen Zellen zufallenden Plasmamassen zerstört, wahrscheinlich durch die noch nicht geschlossene Oeffnung der Tochterkerne in die polaren Spindeltheile eingezogen.

Die Rekonstruktion der Kerne ist von einer Drehung (?) von 180° begleitet, so dass sie schliesslich ihre Buchten mit den wieder darin liegenden Centrosomen der Trennungsfläche zukehren.

Bei *Nitzschia sigmoïdea*, *Pleurosigma attenuatum* und *Pinnularia oblonga* fand Lauterborn annähernd gleiche Verhältnisse, doch weichen die Formen darin von *Surirella* ab, dass die Chromosomen im Stadium der Kernplatte keinen geschlossenen Ring bilden, sondern frei wie bei den typischen Fällen der Karyokinese liegen. Freilich müssen die Chromosomen den Raumverhältnissen der schmalen Diatomeenzellen dabei insofern Rechnung tragen, als sie nur in Richtung des Apicalaxe angeordnet sind oder aber gegen eine Gürtelseite eine mehr oder weniger grosse Lücke der Chromosomenanordnung lassen müssen.

Eine weitere Abweichung ist darin vorhanden, dass um die Centralspindel eine sie völlig umschliessende tonnenförmige Spindel zur Ausbildung gelangt.

Soweit Lauterborn. Sonstige Angaben liegen kaum vor. Vereinzelte Beobachtungen von Klebahn und neuere eigene Beobachtungen finden besser ihren Platz bei Besprechung der Auxosporenbildung.

Ausserdem ist nur noch die bereits häufiger genannte Arbeit von Mitrophanow[1]) zu erwähnen. Es gelang Mitrophanow nicht, karyokinetische Figuren an *Striatella* und *Rhizosolenia* zu beobachten, und da er im übrigen Anzeichen von Zelltheilungen reichlich wahrnahm, schliesst er daraus, dass die Karyokinese entweder nicht jeder Diatomee eignet oder aber, dass diese Form der Kerntheilung nur unter besonders günstigen Bedingungen auftritt, während sonst „einfachere Vermehrungsweisen vorhanden sind." Bestärkt wird seine Ansicht noch dadurch, dass gerade an der vorzugsweise beobachteten *Striatella* die Pyrenoïde und Chromatophoren für den ganzen Haushalt der Zelle eine so sehr überwiegende Rolle zu spielen scheinen.

Dieser Ansicht vermag ich nicht beizutreten. In reichen Planktonfängen, die fast rein grosse *Coscinodiscus radiatus* Zellen enthielten, in denen die Kerne so riesig sind, dass man sie im gefärbten Zustande mit schwacher Lupe gut erkennen kann, habe ich mich lange, aber stets vergeblich bemüht, Andeutungen von Karyokinese zu sehen, obwohl eben vollendete Theilungsstadien genug vorhanden waren.

Das scheinbare Räthsel findet eine sehr einfache Lösung dadurch, dass die Theilungen auf die Nachtzeiten beschränkt sein werden, wie man es ja für zahlreiche Pflanzen kennt[2]), und dass die Theilungserscheinungen

[1]) P. Mitrophanow. Beobachtungen über Diatomeen. l. c. 307.

[2]) cf. z. B. Fr. Oltmann's Entwicklung der Sexualorgane bei *Vaucheria*. Flora 1895. 407.

sehr rasch verlaufen. Ausserdem hatte Mitrophanow auch wohl einen der ungünstigsten Fälle erwählt, da die Pyrenoïde etwa vorhandene Kernfiguren zum Theil verdecken mussten. Es kommt also hier noch mehr wie anderwärts auf günstiges Material an.

Der dritte Abschnitt der Zelltheilung besteht in der Neubildung der eingelagerten Schalen. Schon Pfitzer[1]) konnte ältere Beobachtungen dafür anführen, dass die neu gebildeten Schalen in allen beobachteten Fällen gerade angelegt werden, wenn auch die erwachsenen Schalen sehr erhebliche Krümmungen besitzen. Dies fand ich überall bestätigt und ebenso berichtet Lauterborn[2]), dass die neuen Schalen von *Surirella* in gerader Linie fest an einander angelegt werden. Pfitzer[3]) führt diese Thatsache mit Recht häufiger als Beispiel an, um dem Einwand, dass so stark verkieselte Wände an und für sich zu wachsen unfähig seien, zu begegnen.

Dieses feste Aneinanderpressen der jugendlichen Zellwände ist für die typische Ausbildung der Schalenstrukturen gewiss nicht ohne Bedeutung; wie denn in Beobachtungen Miquel's[4]) erwähnt wird, dass die Nachkommenschaft ganz unregelmässig gestalteter Auxosporen nach einigen Theilungen wieder völlig regelmässig die normale Wandstruktur angenommen hatte.

III. Ortsbewegung der Diatomeen.

Die Art und Weise wie die Diatomeenzellen ihre Ortsbewegung ausführen, ist ein seit langer Zeit viel umstrittener Gegenstand der mikroskopischen Untersuchung gewesen. Die von M. Schultze[5]) begründete Auffassung nahm eine Kriechbewegung der Zellen auf dem Substrate mit Hülfe von Plasmafortsätzen an, welche aus der Raphe der *Naviculeen*, den Flügelkanten der *Surirellen* u. s. w. austreten sollten.

Auch Pfitzer[6]) trat in seiner vielgenannten Arbeit dieser Anschauung bei und vertheidigte sie mit guten Gründen gegen diejenige von Dippel,[7]) der die ganze Ortsbewegung durch osmotische Leistungen der Zellen glaubte erklären zu können, da keinerlei aus den angeblichen Spalten hervortretende Plasmafortsätze erkennbar seien. Auf die weiter zurückliegende Vorgeschichte dieser Controverse einzugehen habe ich keine Veranlassung, da bei Dippel wie bei Pfitzer die älteren Angaben der verschiedensten Forscher aufgeführt sind.

In einer langen Reihe überaus sorgfältiger Arbeiten ist nun von O. Müller[8]) für eine in mancher Beziehung mitten zwischen den bisherigen Auffassungen stehende Anschauung Bahn gebrochen, und es ist ihm gelungen, dieser seiner Auffassung gegen viele und heftige Angriffe zum endlichen Siege zu verhelfen.

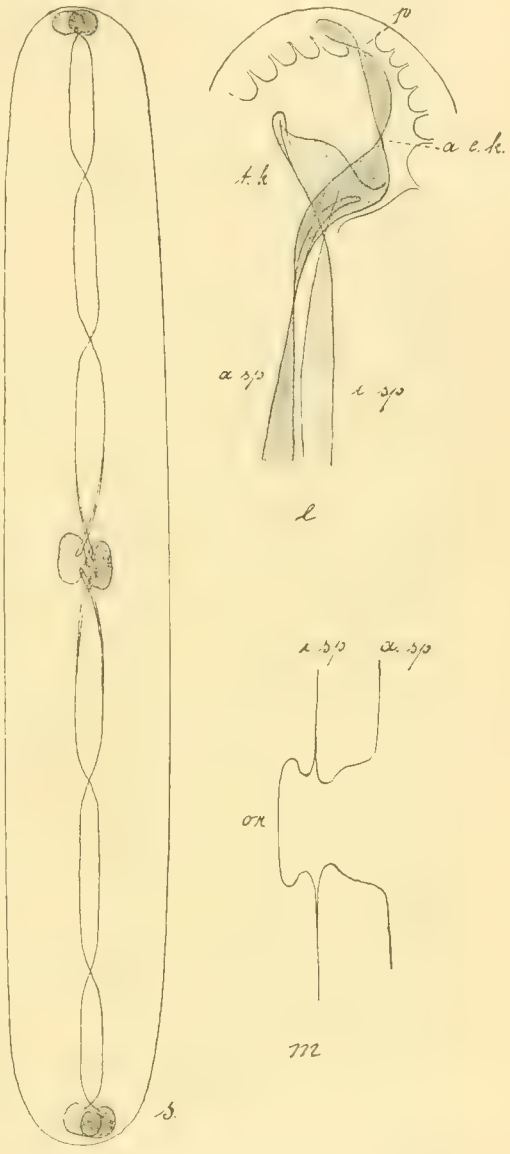


Fig. 186. Bewegungsapparat von *Navicula (Pinnularia)* nach O. Müller. VII. u. XIV.

[1]) E. Pfitzer. Bau und Entwickelung. l. c. 38. 82.
[2]) l. c. 72.
[3]) l. c. 26. 39.
[4]) P. Miquel l. c. 556.
[5]) M. Schultze. Bewegung der Diatomeen. Schultze's Archiv für mikrosk. Anatomie I. 376. 1865.
[6]) E. Pfitzer. Bau und Entwicklung l. c. 177.
[7]) L. Dippel. Beiträge etc. 31.
[8]) O. Müller. Durchbrechungen der Zellwand etc. Ber. D. Bot. Ges. 1889. 169. Ders. Ortsbewegung der Bacillariaceen betreffend. ibidem 1893. 571. Ders. Ortsbewegung II. ibidem 1894. 136. Ders. Ortsbewegung III. ibidem 1896. 54. u. IV. 1896. 111. Ders. Ortsbewegung. V. 1897. 70.

Im folgenden Referate ist, um unnöthige Wiederholungen zu vermeiden, die Ansicht Müllers nach seinen letzten diesbezüglichen Arbeiten wiedergegeben, welche schärfer gefasst sind als die erste Formulirung.

Die zur Erleichterung des Verständnisses beigegebenen Figuren sind der Arbeit: Ortsbewegung IV. Taf. VIII. 1 und 3 und Durchbrechungen etc. Taf. VII. 17. entnommen. (Fig. 186.)

Müller[1]) geht von dem Bau der Raphe bei den grossen *Navicula*-Arten der Gruppe *Pinnularia* aus. Im Anschluss an die Ergebnisse früherer Untersuchungen dieses Objektes, die besonders von Floegel ausgeführt waren, zeigt er, dass „die Raphe jeder Schale aus einem Centralknoten und zwei Endknoten" besteht, „welche durch je ein an der äusseren und ein an der inneren Zellwandfläche verlaufendes System von Spalten und Kanälen mit einander verbunden sind". Jeder der beiden Endknoten wird von der Polspalte schraubenförmig (Fig. 186 e.) durchbrochen. Die Polspalte (p.) geht durch den äusseren Endknotenkanal (a. e. k.) schraubenförmig in den äusseren Raphenspalt (a. sp.) über. Diese von beiden Seiten gegen den Mittelknoten hin laufenden Spalten setzen sich bald als Kanäle fort, welche unmittelbar vor dem Mittelknoten (Fig. 186 m.) rechtwinkelig gegen das Zellinnere umbiegen und sich in der Weise gabeln, dass je ein Arm ins Zellinnere in einer offenen Rinne (o. r.) mündet und so die Verbindung der beiden Raphehälften über den Mittelknoten hinweg vermittelt, während sich der andere Arm jederseits an der inneren Zellwandfläche rückläufig gegen die Endknoten (i. sp.) wendet. Diese vom Mittelknoten kommenden Kanäle (Fig. 186 e.) treten bald in die innere Raphenspalte (i. sp.) ein und diese wiederum mündet auf der schraubenförmigen Fläche des Trichterkörpers (t. k.), einer Zellhautfalte, welche in der Endknotenhöhle nach Art eines Propellers ausgespannt ist.

Projicirt man nun diese Kanalsysteme der beiden übereinander liegenden Schalen einer Zelle auf eine Ebene (Fig. 186 s.), so ergiebt sich, „dass jede halbe Schraubenwindung auf der oberen Schale durch die entgegengesetzt gewundene der Unterschale zu einer ganzen Windung ergänzt wird". Es ist somit „diese Ausgestaltung der *Pinnularien*-Raphe geradezu als Modell einer Bewegungsmaschine mit Propellereinrichtung" zu betrachten, „bei der jedoch die Ortsbewegung nicht durch Umdrehung des Propellers selbst bewirkt wird, sondern, was für geringe Geschwindigkeiten vollkommen ausreicht, durch schraubenförmige Drehung des an seinen Flächen gleitenden Plasmastromes."

Soweit der Bau der Raphe. Woher kommen nun die Betriebskräfte für diese Propellereinrichtung?

Bereits in den „Durchbrechungen der Zellwand" hatte Müller nachgewiesen, dass ein Turgordruck von 4—5 Atmosphären in der *Pinnularien*-Zelle vorhanden ist. Es wird demnach das Zellplasma mit einer entsprechenden Gewalt in die Oeffnungen der Zellwand hinein und event. nach aussen gedrückt. Bei dem äusserst komplicirten Bau des capillaren Systems und dem vielfach gewundenen Verlauf der ins äussere Medium mündenden Kanäle, endlich bei der bedeutenden Viscosität des Plasma darf die Annahme als nicht allzu gewagt erscheinen, dass dem erwähnten Turgordruck entsprechende Reibungswiderstände vorhanden sind, dass also die passive Bewegung des Plasma nach aussen aufgehoben wird, und „so kann die aktive Bewegung desselben innerhalb der vorgeschriebenen Bahnen regelmässig von Statten gehen."

Aeusserungen dieser aktiven Bewegung sind das ruhige oder auch stossweise Gleiten der Zelle in Richtung der Apicalaxe, bald nach dieser, bald nach der entgegengesetzten Seite, ebenso das Hin- und Herbewegen von Fremdkörpern, die mit der Raphe in Verbindung gekommen sind, sowohl an der ruhenden wie an der in Bewegung befindlichen Zelle.

Einen weiteren wichtigen Beleg für das Vorhandensein und die Richtung der in dem capillaren System vorhandenen Plasmaströmungen lieferte eine Beobachtung von Bütschli[2]) und Lauterborn, deren weitere Verfolgung der letztere dann übernommen hat.[3]) Die Beobachtung bestand darin, dass *Pinnularia*-Zellen, welche in stark mit Tusche versetztem Wasser sich befanden, von hyalinem, ziemlich breitem Saum umgeben waren. Die Tuschepartikelchen wurden in dem gewissen Abstand von der Zellwand, den dieser Gallertsaum bedingen musste, von einem von vorne (mit Bezug auf die Bewegungsrichtung der Zelle verstanden) kommenden Strome erfasst und bis an den centralen Endpunkt dieser Raphehälfte an den Schalen entlanggeführt. Hier sammeln sie sich an und verkleben miteinander, „bis sie schliesslich von einem aus der vorderen Oeffnung des Centralknotens ruckweise hervorschiessenden (Gallert-!) Faden nach hinten geführt werden". In diesen

[1]) O. Müller. Durchbrechungen l. c. 170—73. und Ortsbewegung IV. l. c. 114. 115.

[2]) O. Bütschli. Mittheilungen über die Bewegung der Diatomeen. Vortrag in der Gesammtsitzg. des Naturhist. Med. Vereins zu Heidelberg. 4. März 1892. Verh. d. Naturhist. Med. Ver. zu H. N. F. IV. Heft V. 580. 1892.

[3]) R. Lauterborn. Zur Frage nach der Ortsbewegung der Diatomeen. Ber. d. D. Bot. Ges. 1894. 73.

ruckweise hervorschiessenden Fäden, „welche mitunter die sechsfache Länge der Diatomee erreichen"!, sieht Lauterborn in Uebereinstimmung mit Bütschli die Ursache der Ortsbewegung.

In seiner Erwiderung auf diese Einwürfe hebt Müller[1]) mit Recht hervor, dass der lediglich nach Maassgabe seines Querschnittes zur Wirkung kommende Gallertfaden durchaus ungenügend sei, die ihm zugeschriebene Wirkung auszuüben, dass ferner oft trotz lebhafter Bewegung gar kein Faden gebildet werde. Wenn Lauterborn[2]) ausserdem den Knotenpunkt (d. h. doch wohl Mittelknoten) der vorderen Raphe als den Ausgangspunkt des Fadens hinstellt, so bleibt ja der ganze Körnerstrom vom Endknoten bis zu dieser Stelle unerklärt, wie übrigens auch Müller bereits hervorhebt.

Dagegen hat die Theorie Müller's in diesem Versuche ein sehr geeignetes Mittel erhalten, die Ströme, welche bisher nur aus der Bewegung der unmittelbar an der Raphe gleitenden Fremdkörper erschlossen werden konnten, als von erheblicher Breite und genau in der von der Theorie verlangten Bahn verlaufend nachweisen zu können. Die verschiedenen Eigenschaften, welche diese Ströme zeigen, jenachdem in unmittelbarer Nähe der Raphe mehr oder weniger grosse Körper festgehalten werden oder aber in geringer Entfernung davon nur „mit in Bewegung gerathen", führten Müller[3]) zu der Annahme, dass die Strömung aus zwei Schichten besteht, „einer[4]) in unmittelbarer Nähe der Raphe fliessenden, klebrigen, mit aktueller Energie ausgestatteten Plasmaschicht und einer zweiten, nicht oder weniger klebrigen Gallertschicht". Die Plasmaschicht fliesst durch die Mittelknoten-Durchbohrung in die Zelle zurück, die Schleimschicht vertheilt sich auf die Zellwandflächen.

Ferner war die Frage zu erledigen, ob die Ortsbewegung an eine bestimmte Orientirung der Raphe zum Substrat gebunden sei oder nicht. Die frühere Annahme des „Kriechens" auf dem Substrat musste eine bestimmte Lage: die Raphe dem Substrat zugewandt, fordern. Es findet aber, wie man bei Beobachtung lebender *Naviculeen* oft und leicht nachweisen kann, die Bewegung gerade so gut bei Lage auf den Gürtelseiten wie bei solcher auf den Schalenseiten statt. Deshalb kann man wohl von Schwimmen oder bei dem grösseren (gegenüber dem Medium!) specifischen Gewicht der Grunddiatomeen von Gleiten auf der Unterlage, aber nicht von Kriechen sprechen, wie Müller wiederholt betont.

Weiteren Anstoss für die ganze Frage gab dann eine Arbeit von Hauptfleisch[5]), weniger durch positiv neue, wichtige Ergebnisse, als durch den Widerspruch, den die darin aufgestellten Behauptungen hervorriefen, und die Widerlegung, die besonders Müller ihnen zu Theil werden liess. Die Schleimabsonderung findet in der Arbeit eine eingehendere Behandlung. Es werden verschiedene neue Formen: *Nitzschia* und *Amphiprora,* neben den bisher allein behandelten *Pinnularien* herbeigezogen. Hauptfleisch meint die Ortsbewegung in den beobachteten Fällen auf neu entdeckte Plasmafortsätze zurückführen zu können. Er geht also ganz auf Kriechbewegungen zurück, neben denen er Schwimmbewegungen unter günstigen Bedingungen gelten lassen will.

Die Widerlegung dieser seine Theorie bedrohenden Angaben führte Müller in den Veröffentlichungen: Ortsbewegung III. und IV.

Zunächst unterscheidet er als zwei vermuthlich gleichen physiologischen Aufgaben dienende, aber sehr verschieden gebaute Organe die hochorganisirte *Pinnularien*-Raphe und die sehr viel einfacher gebaute „Kanalraphe", deren wesentliche Eigenart darin besteht, dass auf einem Kiel ein Kanal verläuft, der mit dem Zellinnern kommunicirt. Solche Kanalraphe findet sich nun bei *Epithemia* und *Rhopalodia*, wo Müller sie bereits bei früherer Gelegenheit[6]) beschrieben hatte, ferner bei *Amphiprora, Nitzschia, Surirella, Cymatopleura* u. s. w. Diese Kanalraphe bildet nun in der Lage der Zellen auf der Gürtelseite stets die Längskanten der Schalen, so dass hier die motorischen Kräfte an den Längskanten bemerkbar werden, was bei den *Pinnularien* natürlich ausgeschlossen ist.

Die Nichtbeachtung dieser Unterschiede im Bau hatte Hauptfleisch zu eigenartigen Angaben verleitet. Eine Kontraktion des Plasmaleibes gut fixirter *Pinnularia*-Individuen zeigt, wie Müller abbildet, wohl,

[1]) Ortsbewegung II. l. c. 137.
[2]) l. c. Anm. pg. 76.
[3]) Ortsbewegung II. l. c. 139.
[4]) Citat nach Ortsbewegung V. l. c. 80. 81.
[5]) P. Hauptfleisch. Die Auxosporenbildung von *Brebissonia Boeckii* Grunow. Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. Mittheilungen d. naturw. Vereins f. Neu-Vorpommern und Rügen. 27. Jahrg. 1895.
[6]) O. Müller. *Rhopalodia*. Engler's Jahrb. XXII. 54. 1895.

dass die Riefenkammern mit Protoplasma ausgekleidet sind, lässt aber keinerlei an den Längskanten vorhandene Plasmafortsätze, die nach aussen durch die Zellwand hindurchtreten, erkennen.

Bei den die Längskanten einnehmenden Kanalraphen der *Nitzschien* und *Surirellen* dagegen konnte Müller eine Längsspalte auffinden, „welche die Zellwand in schiefer Richtung durchbricht, dergestalt, dass ein Schlitz zwischen zwei Schneiden verläuft, ähnlich der äusseren Spalte der *Pinnularien*-Raphe." Für *Surirella* war freilich diese Beobachtung nicht neu, sondern bereits von Lauterborn[1]) früher veröffentlicht.

Um endlich den bereits von Lauterborn ausgesprochenen, von Hauptfleisch wiederholten Zweifeln an der Leistungsfähigkeit seiner Bewegungsmaschine ein Ende zu machen, versucht Müller in Ortsbewegung IV. durch Messungen und Berechnungen eine festere Unterlage für seine Theorie zu gewinnen. Ueber die erhaltenen Resultate referirt er in Ortsbewegung V.[2]) selber folgendermassen:

„Zwei Faktoren der Rechnung, die Reibungscoefficienten der Zellwand und der Stromsubstanz, sind unbekannt. Ich ging aber von der, meines Erachtens nothwendigen Voraussetzung aus, dass die Zelle mit einer Wasserhaut umgeben ist, die derselben unmittelbar anliegende Wasserschicht daher nicht mit der Zellhaut in Friktion tritt, sondern, dass bei der Bewegung zwei Wasserschichten sich an einander reiben. Der Reibungscoefficient ist dann gleich dem bekannten der inneren Reibung des Wassers. Ich setzte alsdann auch den unbekannten Reibungscoefficienten der Stromsubstanz zunächst gleich dem der inneren Reibung des Wassers, mit anderen Worten, ich nahm vorerst an, die Substanz der Rapheströme wäre Wasser, in welchem Falle die Maximalgeschwindigkeit der Strombänder beansprucht würde, um die Zelle zu verschieben. Unter dieser Voraussetzung berechnet sich die Maximalgeschwindigkeit der Rapheströme bei *Pinnularia viridis* auf nur 21 μ in der Sekunde oder das dreifache derjenigen Geschwindigkeit, welche sie der Zelle ertheilen, die einen Weg von 7 μ in der Sekunde zurücklegt. — Die Rapheströme bestehen nun aber zweifellos nicht aus Wasser, sondern aus einer ungleich zäheren klebrigen Substanz, welche sicher einen sehr viel grösseren Reibungscoefficienten besitzt und deshalb ist die thatsächlich erforderte Geschwindigkeit eine geringere. Aus den Ortsbewegung IV., Seite 123, angeführten Gründen müssen die Strombänder, um die Zellen mit der gemessenen Geschwindigkeit v = 7 μ zu verschieben, etwa die Geschwindigkeit, 1,5 v erreichen. Daraus berechnet sich dann der Reibungscoefficient der Stromsubstanz auf 0,11; dieser wäre etwa sieben mal grösser, als der des Wassers, ein Ergebniss, welches bei der Viscosität des Plasma, der Wahrscheinlichkeit durchaus nicht widerspricht."

Somit erscheint Müller's Anschauung von der Bewegungsmechanik der Diatomeen durchaus wohlbegründet und in seiner abschliessenden Arbeit über *Surirella* etc. tritt auch Lauterborn[3]) den Angaben Müller's in allen wesentlichen Punkten durchaus bei, ohne jedoch diesen Umstand irgendwie hervorzuheben und seine diametral entgegengesetzten bisherigen Ansichten ganz fallen zu lassen. Müller[4]) verfehlt nicht, dieses Verhältniss mit gebührender Schärfe hervorzuheben.

Der einzige Einwand Lauterborn's[5]), welcher einer weiteren Erörterung bedarf, ist der, dass er sich auf Schnitten durch die *Pinnularia*-Zelle überzeugt habe, dass die Raphe als ein winklig gebrochener Spalt die Zellmembran in ihrer ganzen Länge durchsetze, dass also die Strömung nicht bis zum Mittelknoten hin zu verlaufen brauche, um in's Zellinnere zurückfliessen zu können. In der That ist dies ein Punkt, der nicht völlig klargestellt ist, denn Müller[6]) konnte die Flögel'sche Angabe über einen Abschluss der Raphe gegen das Zellinnere nicht bestätigen, obgleich er ihn für sehr wahrscheinlich erachtet.

Für die Bewegungstheorie würde aber daraus keinerlei Rückwirkung zu folgern sein, denn ob der Raphenspalt offen ist oder nicht, die Thatsache, dass die Strömung erst am Centralknoten wieder eintritt, ist unwiderleglich, wie Müller[7]) sehr richtig hervorhebt.

Noch einen weiteren Punkt glaube ich betonen zu müssen. In der älteren Litteratur[8]) finden sich viele Beobachtungen, welche von dem Festhaften der *Pinnularien* (etc.) mit den Schalenseiten sprechen, während

[1]) R. Lauterborn. Bau u. Kerntheilung der Diatomeen. Verh. d. naturhist. med. Vereins Heidelberg. N. F. V. 2. 1893. 181.
[2]) l. c. 75
[3]) R. Lauterborn. Untersuchungen etc. Leipzig 1896. 113.
[4]) O. Müller. Ortsbewegung V. l. c.
[5]) l. c. 122.
[6]) O. Müller. Durchbrechungen der Zellenwand l. c. 170.
[7]) O. Müller. Ortsbewegung V. l. c. 83.
[8]) Z. B. E. Pfitzer. Bau und Entwicklung. l. c. 178. 179.

sowohl todte Zellen wie mit der Gürtelseite aufliegende Zellen diese Fähigkeit nicht besitzen; ausserdem ist von der pendelnden Bewegung einer im übrigen gelösten Zelle um das eine noch am Objektträger haftende Zellende die Rede. Dieses Festhaften wird von Müller[1]) nur sehr kurz erwähnt Hauptfleisch[2]) ist von den neueren Autoren der einzige, der auf diesen Punkt noch hinweist, ohne jedoch näher darauf einzugehen.

Es kann nun keinem Zweifel unterliegen, dass auch diese Erscheinung sich mit Müller's Anschauungen sehr wohl verträgt, und es dürfte nur zufällig sein, dass er diesen Punkt nicht auch gelegentlich erwähnt hat. Ebenso wie eine *Pinnularia*- etc. Zelle Fremdkörper ihrer Raphe entlang bewegen und sie dabei festhalten kann mit Hülfe des mit aktueller Energie fliessenden klebrigen Plasmastromes, ebenso kann, wenn diese aktive Bewegung des Plasma aufhört, der Fremdkörper von der ruhenden Zelle festgehalten werden. Die vorher erwähnte Erscheinung, dass die Zelle selbst festhafte für mehr oder weniger lange Zeiten, dabei Strömungen widerstehe und dann die Bewegung wieder aufnehme, ist nichts als dieselbe Fähigkeit des klebrigen, in unmittelbarer Nähe des äusseren Raphespaltes befindlichen — zur Zeit ruhenden — Plasmastreifens, sich an Fremdkörper fest anzuheften.

So unverkennbar nun aber auch der grosse Fortschritt ist, den wir durch O. Müller's Beobachtungen und Berechnungen gemacht haben, so ziemt es sich hier doch auch, nicht nur das Geschaffene dankbar anzuerkennen, sondern ebensowohl hervorzuheben, was noch zu thun bleibt. Eine genaue Einsicht besitzen wir bisher nur in den Bau der *Pinnularien*-Raphe. Es ist kaum daran zu zweifeln, dass bei den grossen *Navicula*-Arten — die kleinen entziehen sich derartigen Beobachtungen von selber — ein ähnlicher Bau der Raphe vorhanden sein wird; aber schon geringe Abweichungen — z. B. die zweifelsohne bedeutende Verkürzung der Polspalte bei vielen Arten — würden eine ganz abweichende Mechanik bedingen müssen.

Der Bau der Kanalraphe ist nur in seinen gröberen Details bekannt; wie hier eine so intensive Beweglichkeit — wie z. B. bei zahlreichen *Nitzschien* — zu Stande kommt, ist nicht ersichtlich. Die bereits von Thwaites nach einer Reproduktion bei W. Smith Synopsis II. 8. 9. sehr gut beschriebene eigenartige Bewegung von *Bacillaria paradoxa* weist meines Erachtens noch auf weitere besondere Organisationsverhältnisse ihrer Kanalraphe hin, da ohne solche Voraussetzung nicht verständlich ist, dass trotz der ausserordentlich schnellen Bewegung keine Trennung der Kolonien dadurch, dass eine Zelle über das Zellende der benachbarten hinausgleitet, zu stande zu kommen pflegt. Warum die mit vier Bewegungskanten versehenen *Surirellen* trotzdem so ungeheuer träge sind — ob nur ihrer grossen Masse wegen — wissen wir ebenfalls nicht. Für die interessante von Müller in den Hochseen des Riesengebirges aufgefundene Zwischenform zwischen *Nitzschia* und *Surirella: Stenopterobia*, ist noch nicht einmal die Längsspalte der Kanalraphe nachgewiesen.

So bieten sich neue Fragen in Hülle und Fülle nach jeder Seite hin und man kann nur wünschen, dass die Fortsetzung der Beobachtungen über die Bewegungsmechanik nicht zu lange auf sich warten lasse.

Das Referat würde unvollständig sein, wenn ich nicht auf einige weitere Angaben Müller's einginge, die sich bereits in der ersten[3]) wichtigen Arbeit finden.

Nach eingehender Darlegung der *Pinnularien*-Raphe erwähnt Müller, dass bei vielen „nur zeitweise oder auch niemals frei" lebenden Gattungen ganz ähnliche Durchbrechungen der Zellwand vorhanden seien. Müller nennt als solche die *Epithemien, Cocconeiden* und *Achnantheen*. Er folgert: „Ich kann daher die Raphe mit ihren Endapparaten oder homologe Einrichtungen nicht als Bewegungsorgane betrachten, sondern ich halte es für wahrscheinlich, dass das aus der Raphe hervortretende Protoplasma eine andere Funktion hat, bei welcher, im Falle die Zellen frei leben, die Ortsbewegung lediglich als Nebenwirkung zu stande kommt." Müller meint dann aus verschiedenen Umständen schliessen zu dürfen, „dass das hervortretende Plasma die Funktion der Athmung besorgt." Dieselbe Anschauung vertritt Müller auch noch in seiner letzten auf die Ortsbewegung Bezug nehmenden Arbeit[4]).

In dieser Anschauung ist es mir unmöglich Müller zu folgen. Es erscheint mir ausgeschlossen, dass ein so hochorganisirter Apparat wie die Raphe der *Pinnularien*, wie Müller sie uns kennen lehrte, anders als in steter Arbeit zur Sicherung und Verbesserung des Bewegungsmechanismus zu Stande kommen könne. Auch die von Müller angeführten Beispiele halte ich nicht für geeignet seine Anschauungen zu stützen. Zunächst ist ja auch von Müller unbestritten, dass sich die Angehörigen der drei genannten Gattungen bewegen

[1]) O. Müller. Durchbrechungen. l. c. 176 („polare Anheftung").
[2]) P. Hauptfleisch. l. c. 29.
[3]) O. Müller. Durchbrechungen der Zellwand l. c. 178. 179.
[4]) O. Müller. Ortsbewegung V. l. c. 82.

können. Sie thun es aber auch sehr häufig. Schon zur Bildung der Auxosporen ist bei allen drei Gattungen Bewegung, mindestens einer der zwei copulirenden Zellen, unbedingt nothwendig. Für *Achnanthes* konnte ich zeigen, dass in tieferem Wasser überhaupt keine Fadenbildung zu Stande kommt, man trifft dort nur frei bewegliche Individuen. Und *Cocconeis* führt die Raphe nicht, wie Müller[1]) irrthümlich annimmt, „auf der freien, mit dem Wasser in Berührung stehenden Schale", sondern nach meinen Beobachtungen stets auf der dem Substrat anliegenden Schale.

Dass freilich das in den Schalen eingeschlossene Plasma, wie jedes lebende Plasma, athmen muss, ist selbstverständlich. Und dass die Durchbrechungen der Zellwand, insbesondere also die Raphe, diesen Stoffwechsel mit dem äusseren Medium, ebenso wie jeden anderen, erleichtern, unterliegt keinem Zweifel. Warum aber sollte, wenn für den Austausch der im Wasser gelösten Nährstoffe der osmotische Verkehr ausreicht, nicht auch der ebenfalls im Wasser gelöste Sauerstoff auf diesem Wege transportirt werden können? Ausserdem producirt ja die assimilirende Zelle unter dem Einflusse des Lichtes andauernd selber Sauerstoff ist demnach für etwa die Hälfte des Tages gerade auf die Sauerstoffzufuhr am allerwenigsten angewiesen.

Alle diese Gründe hindern mich in diesem Punkte der Anschauung Müller's zu folgen. Ich sehe in der Raphe, soweit wir Kenntniss von ihr haben, ein hoch ausgebildetes Bewegungsorgan, dessen Mechanik wir Dank der Arbeit Müller's in einzelnen Fällen recht gut kennen und hoffentlich für andere Fälle bald ebenso gut kennen lernen werden.

IV. Versuch, die Formenmannigfaltigkeit der Diatomeen in ihren Beziehungen zu äusseren Faktoren zu veranschaulichen.

Es ist nicht das erste Mal, dass ein solcher Versuch gerade bei den Diatomeen unternommen wird. Vielmehr sind hinsichtlich der Planktonformen bereits einige Angaben darüber vorhanden, auf die ein kurzer Hinweis gestattet sei.

In seiner grundlegenden Arbeit über das Plankton äussert sich Hensen[2]) über die Diatomeen in folgender Weise: „Die Formen des Planktons haben eine gewisse Eigenthümlichkeit, die sie, wenn auch nicht scharf und mit manchen Uebergängen von den gewöhnlichen Diatomeen unterscheidet. Hier kommt namentlich die Gewinnung oder Bewahrung der Schwimmfähigkeit in Betracht. Da die Pflanze viel Fett zu entwickeln vermag, ist schliesslich wohl jede Diatomee schwimmfähig zu machen, aber die im engeren Sinn als Planktonformen zu bezeichnenden Diatomeen schwimmen auch schon, ehe sie Fetttropfen entwickelt haben. Diese Fähigkeit wird auf recht verschiedene Art erworben. Einige, wie die *Chaetoceros*-Arten, werden bei ziemlich dickwandiger Schale durch lange und rauhe Fortsätze schwimmfähig. Das specifische Gewicht der Kieselsäure ist 2,2, dasselbe wird kompensirt durch die grosse Menge von ruhendem Wasser, welches sich den feinen Fäden anhängt, sowie durch den sehr wasserreichen Inhalt der Fäden. Trägt in einem Wasser von 1,02 specifischem Gewicht jedes Kieseltheilchen neun Theile Wasser an sich, so wird dadurch sein specifisches Gewicht auf 1,14 herabgesetzt und wird sich durch etwas Fett im Protoplasma, vielleicht auch durch eine unmerkliche Gasentwicklung leicht schwimmend erhalten können. Je feiner die Kieselhülle ist, desto leichter wird diese Compensation eintreten; so finden sich denn auch viele Zellen, denen die oben erwähnten Fortsätze fehlen, mit ausserordentlich dünner Schale ausgestattet, und je bedeutender die absolute Grösse ist, desto dünner sind die Schalen. In dieser Weise sind die Verhältnisse bei *Pyxilla* und den *Coscinodisceen*, aber bei letzteren doch nicht ausnahmslos, denn es giebt auch dickschalige ziemlich grosse Formen, wo dann die Dicke der Schale wohl in anderen Beziehungen eine besondere Wichtigkeit haben mag, ich weiss darüber nichts zu sagen. Bei den *Rhizosolenien* und *Synedra Hennedyana* wird die Schwimmfähigkeit durch die grosse Länge der Form wohl etwas vermehrt, namentlich wenn noch lange Spitzen, wie bei *R. setigera*, hinzukommen. Quer gegen die Anziehung der Erde wird solche Zelle sicher schlecht fallen, weil sie dabei erhebliche Wassermengen verdrängen müsste, dagegen würde sie in der Längsaxe sich bewegend leicht fallen und steigen können, wenn sie diese Richtung dauernd beibehalten könnte. Ob und wie sich diese Körper eine horizontale Haltung zu geben vermögen, bleibt freilich ein noch zu besprechendes Problem."

[1]) O. Müller. Ortsbewegung V. l. c. 82. Anm.
[2]) V. Hensen. Ueber die Bestimmung des Planktons etc. l. c. 80. 81.

In sehr anziehender, doch keineswegs erschöpfender Weise sind diese Gedanken Hensen's von Schütt[1]) weiter ausgearbeitet worden. Er weist auf das Ueberwiegen der Raphe führenden Formen unter den Grunddiatomeen, der raphelosen unter den Planktonformen hin und erörtert bei den wichtigeren Arten des Plankton eingehender die verschiedenen Mittel der Volumvergrösserung oder der Erhöhung der Schwimmfähigkeit, welche man zur Anwendung gelangen sieht. Für alle Einzelheiten muss ich hier auf seine Angaben verweisen.

In einer weiteren Veröffentlichung[2]) sucht Schütt einige Beobachtungen über Bau und Entwickelung der Planktonformen zu ihrer Lebensweise in Beziehung zu setzen. Er erörtert, wie für die im Meere schwimmenden Formen der Besitz eines Bewegungsorgans überflüssig sei, während die typischen Grundformen einer Raphe meist nicht entbehren. [*Tabellarieen?*]

Dass mit der Stielbildung die Nath keinen Zweck mehr hat, wie Schütt meint, ist nicht durchweg richtig; gerade gestielte Formen wie *Brebissonia Boeckii, Rhoicosphenia curvata, Achnanthes*-Arten gehören mit zu den bestbeweglichen Arten, die ihrer Bewegungsorgane auch schon zum Zweck der Copulation noch weiter bedürfen.

Das Vorherrschen coccochromatischer Formen unter dem Plankton und gewisse Ausnahmen dieser Regel sind bereits erwähnt worden. Dass für Planktonformen die rein ungeschlechtliche Auxosporenbildung theoretisch zu fordern ist, muss vollkommen zugegeben werden mit dem Hinzufügen, dass bisher keine Ausnahme dieses Satzes bekannt geworden ist.

In experimenteller Weise ist die Frage nach der Diatomeenform mit Rücksicht auf äussere Faktoren, soweit ich sehe, zuerst von mir in Angriff genommen[3]). Das wichtigste Resultat meiner Mittheilung sehe ich in dem Nachweise, „dass die geringfügige passive Bewegung im Wasser genügt, den Schwebeapparat an den neu entstehenden Zellen zur Ausbildung gelangen zu lassen, ja, an Individuen, die ihn bereits vollkommen eingebüsst hatten, seine Neubildung anzuregen", während er in ruhig stehendem Wasser verkümmert.

Für die Grunddiatomeen sind mir nähere Angaben über die Abhängigkeit ihrer Form von äusseren Faktoren nicht bekannt geworden. Experimentelle Eingriffe erscheinen hier sehr schwierig, wenn nicht unmöglich; trotzdem ist es verlockend, sich über die Faktoren zu unterrichten, welche hier als mitwirkende in Frage kommen.

Bei den folgenden Ausführungen ist, wie ich gleich bemerken will, die Voraussetzung gemacht, dass innerhalb der Gattungen oder auch höheren verwandtschaftlichen Gruppen die Anordnung des Plasmakörpers zäher festgehalten wird, als die Schalenform. Zu dieser Hypothese glaube ich mich berechtigt, einmal auf Grund der Ergebnisse meiner *Sceletonema*-Arbeit, andererseits durch die Fülle bekannter Schalenvariationen, denen kaum erhebliche Variationen des Plasmaleibes gegenüber gesetzt werden können.

Wie im vorigen Abschnitt ausgeführt werden konnte, ist durch O. Müller für *Pinnularia* festgestellt, dass die Bewegung unabhängig ist von der Lage der Zelle zum Substrat. O. Müller in Ortsbewegung IV. formulirt den Satz folgendermassen: „Auf ein festes Substrat ist der Zellkörper nur insoweit angewiesen, als eine senkrecht zur Apicalaxe gerichtete Kraft mangelt und die motorische Kraft nicht ausreicht, um den Widerstand der Schwerkraft neben dem der Reibung zu überwinden." Ein gleiches Verhalten wird für die Mehrzahl der Diatomeen vorausgesetzt werden dürfen. Trotzdem wird ein Jeder, welcher lebende Diatomeen häufig zu beobachten Gelegenheit fand, mir zugeben müssen, dass es für fast jede Diatomeenspecies bevorzugte Lagen giebt, in denen sie sehr viel häufiger als in anderen beobachtet werden können.

So zeigen sich die *Navicula-* (in weitestem Sinne) *Pleurosigma-, Cocconeis-, Mastogloia-, Brebissonia-*Zellen fast regelmässig von der Schalenseite, bewegliche *Achnanthes*-Zellen kehren stets die obere Schalenseite dem Beobachter zu. Dagegen sieht man *Amphiprora, Epithemia* und *Rhopalodia, Amphora, Auricula* und die Mehrzahl der *Nitzschieen* meist von der Gürtelseite. Das würde heissen: die Gattungen mit Kanalraphe kehren meist eine Gürtelseite nach oben; diejenigen, welche in der Raphenanordnung — und auch wohl im Bau — der *Pinnularien*-Raphe näher stehen, dagegen eine Schalenseite.

Da nach dem Vorhergesagten eine direkte Beziehung der Lage des Bewegungsorganes zur normalen Lage der Zellen nicht vorausgesetzt werden kann, so sind andere Verhältnisse dafür verantwortlich zu machen. Da sehen wir, dass bei *Navicula, Pleurosigma, Mastogloia, Cocconeis* und *Brebissonia* die Breite der Schalen

[1]) F. Schütt. Das Pflanzenleben der Hochsee. Kiel und Leipzig 1892.

[2]) F. Schütt. Wechselbeziehungen zwischen Morphologie, Biologie, Entwickelungsgeschichte und Systematik der Diatomeen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1893. 563.

[3]) G. Karsten. Formänderungen von *Sceletonema* etc. Wissensch. Meeresunters. III. 2. 1898.

diejenige der Gürtelseiten meist erheblich übertrifft, während andererseits bei *Amphiprora, Epithemia, Rhopalodia, Amphora, Auricula* und den *Nitzschieen* die Gürtelseiten breiter als die Schalen sind. Es kann also nicht auffallen, dass die Zellen sich der Regel nach so gelagert finden, dass eine ihrer grösseren Flächen unterstützt ist. Nur *Achnanthes* macht davon eine Ausnahme, sobald es sich in Bewegung befindet; ruhende Zellen liegen regelmässig auf einer Gürtelseite. Bei der Bewegung dürfte hier demnach wohl die Klebrigkeit der Plasmaströmung mit zur Erklärung herangezogen werden müssen.

Lassen wir jedoch *Achnanthes, Gomphonema* und *Brebissonia* als der Regel nach gestielte Formen einstweilen ausserhalb unserer Betrachtung und beschränken uns auf die frei beweglichen Individuen, so ist sehr wohl zu beachten, dass die Zellen ihre ganze Arbeitsleistung der Assimilation während steter Bewegung vollführen. Es wird daher kaum zu bezweifeln sein, dass sich zwischen der den Zellen eigenen Bewegungslage und der Anordnung ihrer Chromatophoren Beziehungen ergeben müssen, derart, dass eine möglichst günstige Lage der Assimilationsorgane gegen den Lichteinfall gesichert ist. Von diesen Gesichtspunkten aus dürfte das in der Reihe der *Navicula-* und *Pleurosigma*-Arten beobachtete Hinüberdrängen der Chromatophoren auf die Schalenseiten verständlich erscheinen. Ebenso wird die Bedeutung der schalenständigen Lagerung der Chromatophoren für die epiphytischen *Cocconeis-*, die meist festsitzenden *Mastogloia*-Arten einleuchten. Die mit ihren die Schalenseiten an Breite übertreffenden Gürtelseiten festsitzenden *Epithemien* und *Rhapolodien* dagegen führen gürtelständige Chromatophoren. Analog sind die leicht beweglichen *Amphora-* und *Auricula*-Arten ausgerüstet. Dabei mag noch darauf hingewiesen sein, dass das einfallende Licht stets die breitere Gürtelseite auf der freien Oberseite vorfindet, so dass es wie durch einen Trichter dem ausgebreiteten Chromatophor zugeführt wird. Die reich strukturirten, daher viel Licht absorbirenden Schalenseiten sind dabei von der Lichtquelle mehr oder weniger abgewendet. Bei den grössten Formen ist die assimilirende Chromatophorenmasse auf zwei übereinandergelagerte Flächen vertheilt, wodurch eine vollkommenere Ausnutzung der zugestrahlten Lichtmenge ermöglicht wird. Ebenso ist bei den grösseren *Nitzschia*-Formen, z. B. *Sigma, bilobata* und ähnlichen die Lage auf der Gürtelseite die günstigste für Beleuchtung einer möglichst grossen Fläche der Chromatophoren.

Die kleineren *Nitzschia*-Formen dagegen, welche auf einer Gürtelseite und beiden Schalenseiten von ihren Chromatophorenflächen überdeckt sind, zeigen keine erheblichen Unterschiede in der Grösse ihrer verschiedenen Seitenflächen. Sie ziehen, wie continuirliche Beobachtung, z. B. vereinzelter Individuen von *Nitzschia paradoxa*, oder aber *Nitzschia Tryblionella, constricta, Closterium* zeigt, Vortheil von ihrem rhombischen Transapicalschnitt, der eine leichte Drehung der Zelle um die Apicalaxe gestattet, so dass sie bald diese bald jene Seite dem Lichte zuwenden.

Ueberhaupt dürfte leichtere Beweglichkeit, welche eine schnellere Ausnutzung günstiger Gelegenheiten zur Aufsuchung geeigneter Beleuchtungsverhältnisse etc. erlaubt, in vielen Fällen den betreffenden Formen zu einem Uebergewicht über minder bewegliche verhelfen können. Unter diesem Gesichtspunkte, glaube ich, ist die Kielbildung zu betrachten. Es wird durch diese meist glatten und scharfen Kiele die unvermeidliche Reibung auf dem unebenen Substrate, über welches die Zellen hingleiten, erheblich vermindert, wie auch schon eine geringe Höhlung der dem Substrat aufliegenden Unterseiten (untere Gürtelseiten von *Amphora*) viele Hindernisse aus dem Wege räumt, besonders wenn eine Kielbildung *(Auricula)* sich damit vereinigt. Die hohen Kiele von *Amphiprora* in Verbindung mit der Torsion der Zelle verleihen dieser Form die leichte Drehbarkeit um die Apicalaxe, welche die *Nitzschien* vermöge ihres rhombischen Transapicalschnittes besitzen.

Zu beachten wäre in Verbindung mit diesen Verhältnissen endlich auch die sehr verschiedene Dicke der Zellwand. Leicht bewegliche Formen erhalten oft so dünne Schalen, wie sie bei Planktondiatomeen vorkommen, z. B. viele *Amphora-*, *Auricula-*, *Amphiprora-*, *Tropidoneis*-Arten. Die schwerer beweglichen *Naviculae rotundae, Cocconeis, Surirella, Campylodiscus* sind erheblich dicker beschalt, ohne jedoch darin die ganz bewegungslosen *Rhabdonema-*, *Grammatophora-* und einzelne *Synedra*-Arten zu erreichen.

Diese hier nur ganz kurz skizzirten Hinweise auf Organisation von Zellschale und Zellleib mit Rücksicht auf äussere Lebensbedingungen bedürfen einer sehr viel gründlicheren Durcharbeitung und andauernder Weiterverfolgung, wenn sie zur Aufklärung einiger der angedeuteten Wechselbeziehungen führen sollen. Ohne solche Untersuchungen können wir nur in seltenen Fällen errathen, was als Ursache, was als Wirkung aufzufassen sei. Doch glaube ich, dass folgende Punkte in den meisten Fällen genügen würden, um einigen Anhalt für die Beurtheilung der die Formenmannigfaltigkeit der Diatomeen beeinflussenden äusseren Faktoren zu gewinnen:

Specifisches Gewicht der Zellen und Lage des Schwerpunktes. Bei *Amphora* und *Auricula* z. B. muss dieser der unteren schmäleren Gürtelseite erheblich genähert sein, da sonst die Bewegungslage nicht so stetig würde beibehalten werden können.

Lagerung der Chromatophoren und Grössenverhältniss der verschiedenen Oberflächen der Zellen. Hieraus ergiebt sich, wie wir sahen, die normale Bewegungs- und Ruhelage der Zellen, die gleichzeitig für die Assimilationsthätigkeit geeignet sein muss.

Anordnung und Leistungsfähigkeit der Bewegungsorgane und Erhöhung der Beweglichkeit durch Minderung der Reibung. Kiele, glatte Flächen der Raphe entlang (wie bei vielen *Pinnularien* etc.), Höhlung der Unterseite, event. Häufung der Bewegungsorgane *(Tropidoneïs Lepidoptera)* und dergl. mehr.

V. Die Auxosporen.

a. Ihre Entwickelung.

In einer kleinen vor kurzem erschienenen Gelegenheitsschrift[1]) habe ich eine Uebersicht über den damaligen Stand der Auxosporen-Frage zu geben versucht. Unmittelbar nach Abschluss des Manuskriptes gelang es mir dann, einige weitere Beobachtungen zu machen, die wesentliche neue Thatsachen kennen lehrten, welche zuerst in einem vor der botanischen Sektion der Naturforscher-Versammlung in Düsseldorf gehaltenen Vortrage mitgetheilt wurden.

Nach den ins Auge fallenden äusseren Verschiedenheiten unterschied ich[2]) die Entwickelung zweier Auxosporen aus nur einer Mutterzelle als Typus I, die Bildung von zwei Auxosporen durch wechselseitige Copulation der in zwei Mutterzellen gerade entstandenen Tochterzellen als Typus II, die Verschmelzung von zwei Mutterzellen zu einer Auxospore als Typus III, endlich die Herausbildung einer Mutterzelle zu einer Auxospore als Typus IV.

Hier wird es nothwendig sein, die intimeren Vorgänge bei der Auxosporenbildung näher ins Auge zu fassen; wir beginnen daher mit der best bekannten Form des Vorganges, mit Typus II, der in Fig. 187. hier nochmals veranschaulicht sein mag.

Die erste eingehende Veröffentlichung, welche den Sachverhalt mit Berücksichtigung der Kerne richtig darstellte, ist diejenige von Klebahn[3]), die darin behandelte Form *Rhopalodia gibba*. Bald darauf erschien meine erste

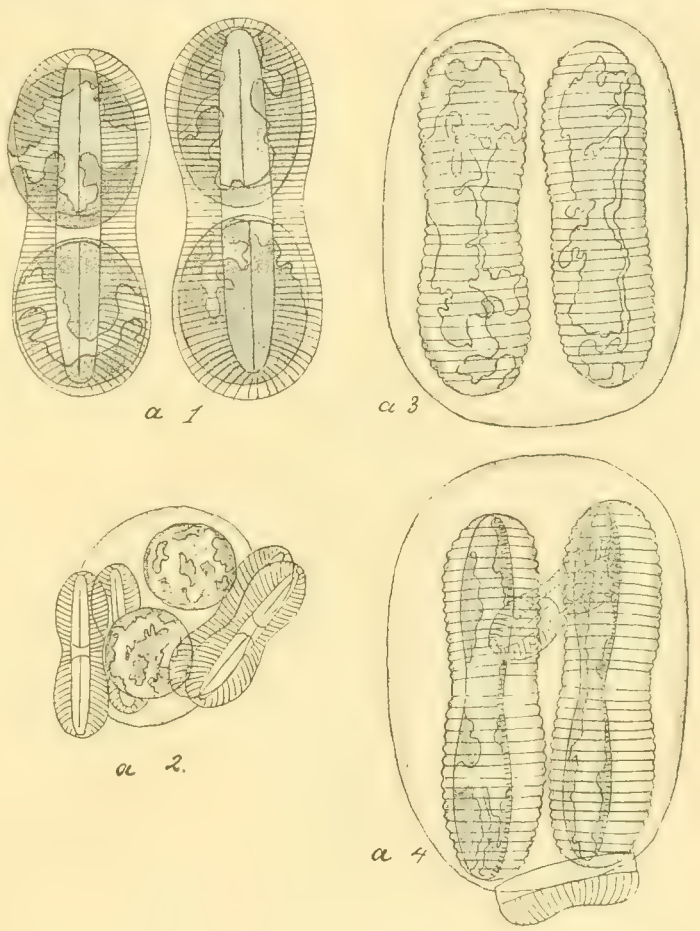


Fig. 187. Auxosporenbildung nach Typus II. *Navicula didyma*. 1. 1000 : 1. 2—4. 500 : 1.

[1]) Neuere Untersuchungen über die Auxosporenbildung der Diatomeen. Annales du jardin botanique de Buitenzorg. Suppl. II. 47. 1898.

[2]) Auf die Benennung der einzelnen Typen kommt schliesslich wenig an. Warum ich die Reihenfolge so wie geschehen gewählt habe, geht aus der angeführten kleinen Arbeit hervor. Die von W. Smith gewählte Bezeichnung l. c. W. Sm. II. introd. XII. sowohl, wie die von Schmitz aufgeführten 5 Typen cf. Fr. Schmitz. Auxosporenbildung. Halle 1877. entsprechen in mancher Beziehung den Thatsachen zu wenig, als dass ich ihre Benennungsweise direkt hätte verwenden können.

[3]) H. Klebahn. Beiträge zur Kenntniss der Auxosporenbildung I. *Rhopalodia gibba* (Ehr.). O. Müller. l. c. 1896.

Arbeit[1]), welche sich auf *Navicula*-Arten stützt, in den folgenden[2]) gelangten *Brebissonia*, *Achnanthes*, *Nitzschia* etc. zur Behandlung.

Brebissonia Boeckii ist als das einzige mit grosser Sicherheit und in Menge zu beschaffende Material für die weiteren Untersuchungen benutzt worden, sie mag daher zur abermaligen Beschreibung auch hier dienen.

Die Zelle führt ein grosses Chromatophor mit 8 Zipfeln; in seiner Mitte, einer Gürtelseite anliegend, findet sich ein grosses ovales Pyrenoïd. Auf der anderen Gürtelseite liegt der Zellkern, dem Pyrenoïd an Grösse etwa gleichkommend. Beide Körper sind von der medianen Plasmamasse umschlossen.

Der Zellkern ist gegen das Pyrenoïd hin eingedrückt, so dass er bei Betrachtung von der Schalenseite im optischen Durchschnitt einen nierenförmigen Umriss zeigt. Von der Gürtelseite gesehen ist er kreisrund. An der vom Pyrenoïd abgewandten freien Kernoberfläche liegen, solange der Kern sich im Zustand der Ruhe befindet, zwei kleine kugelige Körperchen, die sich regelmässig fanden, sobald die Lage des Kernes eine Beobachtung erlaubte. Bisweilen ist jedoch der Kern so dicht an die Wand geschmiegt, dass jede Beobachtung ausgeschlossen wird. Bei der Gürtelansicht sind die Körper durch den Kern selbst verdeckt. Diese Körper halte ich für Centrosomen, die hier also — abweichend von den erwähnten Befunden von Lauterborn — in Zweizahl vorhanden wären. Sie sind an gut fixirtem Materiale durch Eosinfärbung leicht und gut sichtbar zu machen (Fig. 188a.), ohne solche (Fig. 188, 189, 190b waren nicht mit Eosin behandelt) aber nicht kenntlich.[3]) Hofbildung um die einzelnen Centrosomen kann ich übereinstimmend mit Lauterborn nicht finden.

Die Struktur des Kernes ist in diesem Zustande der Ruhe eine sehr gleichmässig feinkörnige; 2—3 Nucleolen sind stets vorhanden, Fig. 188a. u. b. Aus diesem Ruhezustand wird der Kern gebracht, sobald die Zusammenlagerung zweier Zellen zur Einleitung der Auxosporenbildung erfolgt ist. Die eine der beiden Mutterzellen muss natürlich von ihrem Gallertstiele losgelöst sein, um die andere aufzusuchen. Man könnte daher die erstere mit Hauptfleisch[4]) als männliche bezeichnen; doch wäre dies die einzige Bethätigung ihrer männlichen Eigenschaften.

Die Zusammenlagerung geht fast ausnahmslos in der Weise vor sich, dass die Gürtelseiten, und zwar meist ungleiche Gürtelseiten (rücksichlich der Kern- oder Pyrenoïdlage!) sich aneinander legen. Gleichzeitig damit beginnen beide Kerne ihr gleichmässig feinkörniges Aussehen zu verlieren. Fadenförmige Reihen treten in ihnen auf, zunächst von sehr ungleichmässiger und wenig distinkter Bildung. Eines der beiden Centrosomenkörperchen rückt näher an den Kern heran, die Nucleolen nehmen an Grösse ab. (Fig. 189a. u. b.).

Während die beiden Zellen durch eine nach und nach zunehmende Gallertabscheidung ihre Lage gegen einander und auf dem Substrate festlegen, wird die Differenzirung des Kernfadens in den Kernen stets deutlicher. Doch schreitet der Process durchaus nicht immer ganz gleichmässig in den beiden Zellen voran. Schliesslich aber liegt in der sehr scharf allseitig hervortretenden Kernmembran, die völlig farblos bleibt, ein reich gewundener, mit zahlreichen regelmässig gelagerten Knötchen oder Perlen besetzter Faden, der weder Anfang noch Ende bei genauem Suchen erkennen lässt (Fig. 190a.), bei Wiedergabe einer optischen Schnittfläche aber zahlreiche stielrunde kurze Endchen aufweist. (Fig. 190b.) Die beiden Centrosomen sind noch deutlich, das dem Kern genäherte hat sich erheblich vergrössert und liegt aussen der Kernmembran an.

Betrachtet man in diesem Stadium den Kern von der Schalenseite, so zeigt er gegen das Anfangsstadium eine erhebliche Formänderung. Er ist jetzt gegen die freie Gürtelseite, also gegen die Centrosomen hin, nierenförmig eingekrümmt, gegen das Pyrenoïd dagegen convex gewölbt. Auch das der Kernmembran genäherte Centrosom hat sich verändert. Es ist zu einem mehr oder weniger langgestreckten cylindrischen

[1]) G. Karsten. Untersuchungen über Diatomeen I. l. c. 1896.

[2]) G. Karsten. Untersuchungen über Diatomeen II. u. III. l. c. 1897.

[3]) Die Fixirung des Materials wurde zu möglichst verschiedenen Zeiten des Tages und der Nacht vorgenommen und geschah mit Chrom-Osmium-Essigsäure (nur 1897), dem vom Rath'schen Gemisch (Pikrin-Osmium-Essigsäure-Platinchlorid) und Sublimat-Eisessig. Aufbewahrt wurde das fixirte Material in ca. 70% Alkohol. Da die starke Schalenzeichnung oft störend bemerkt wurde, löste ich schliesslich vor der Färbung die Kieseleinlagerung auf durch Zusatz von 2—3 Tropfen Flusssäure zu einem gewissen Quantum Alkohol und Alkohol-Material. Bei so geringfügigem Zusatze und 24 Stunden nicht überschreitender Einwirkung sind deformirende Beeinflussungen des Plasmakörpers nicht oder doch nicht in erheblichem Grade zu bemerken.

Als Färbemittel dienten verschiedene Haematoxylinlösungen, besonders ganz verdünnte Delafieldsche und wässrige Eosinlösung. Die Flemming'sche Färbemethode gab mir trotz zahlreicher Versuche niemals befriedigende Resultate. Das gut durchgefärbte Material ward in schwachen, dann stärkeren Alkohol überführt und die Präparate als Zupfpräparate, möglichst gut vertheilt, hergestellt, mit Nelkenöl durchtränkt und in oder mit Balsam eingeschlossen.

[4]) P. Hauptfleisch. Auxosporenbildung von *Brebissonia Boeckii*. l. c. pg. 4.

Organ geworden, welches von einer Schalenseite schief gegen die andere Schale hin orientirt ist. Man sieht es daher meist verkürzt und nur bei einer schief liegenden Zelle, welche eine Schalenkante aufwärts gedreht hat, ist die Länge des Cylinders deutlich. (Fig. 191a.)

Die Cylinderenden sind schief abgeschnitten und an der längeren Seite etwas knopfig vorgezogen Das zweite Centrosom ist unverändert am alten Platz. Der Kernfaden liegt in längeren und weniger dichten Schleifen, die Nucleolen sind noch, meist dicht beieinander und sehr klein geworden, kenntlich.

Fig. 188.[1]) a. 1000 : 1. b. 1500 : 1 Fig. 189.[1]) a. 1000 : 1. b. 1500 : 1

Dieses cylindrische Gebilde entspricht nach seiner Entstehung aus dem einen Centrosom, seiner Entwickelung und dem ferneren Verhalten vollkommen der von Lauterborn beschriebenen Centralspindelanlage; wir wollen es deshalb auch so bezeichnen.

Es durchbohrt früher oder später die Kernmembran an der eingebuchteten Stelle und schiebt sich schief nach unten in den Kernraum hinein, während gleichzeitig der Kernfaden einen mehr gleichmässig dicken Verlauf angenommen hat. Fig. 191 b. und Fig. 192a. lassen eine beginnende Anordnung der durch den Zerfall des Kernfadens gebildeten Chromosomen erkennen. Die Kernmembran ist an der Eintrittstelle der Centralspindel mehr oder weniger weit zerstört, im übrigen aber noch deutlich geblieben. Schliesslich ordnen sich die Chromosomen sehr regelmässig um die Centralspindel zu einer Kernplatte, welche in der Valvarebene der Zelle liegt, von der Schalenseite betrachtet also die Pol-Ansicht zeigt. (Fig. 192b.).

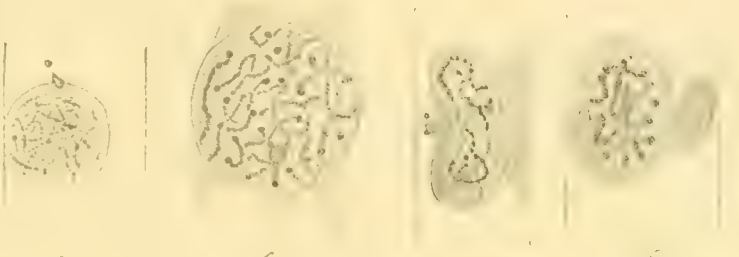


Fig. 190.[1]) a. 1000 : 1. b. 1500 : 1. Fig. 191.[1]) 1000 : 1.

Solche Ansichten kommen relativ häufig zu Gesicht und man kann die Zahl der Sternzacken ganz gut zählen. Es sind ganz regelmässig deren acht vorhanden. In dieser Lage lässt sich auch die Verdoppelung der Chromosomen durch Längsspaltung verfolgen. (Fig 193a.). Die Centralspindel hat sich inzwischen noch weiter verlängert und an glücklich getroffenen Präparaten sieht man dann in der Gürtelansicht die beiden Tochterkerne nach den Enden der Spindel, die deutlich bleibt, auseinanderweichen. Gleichzeitig ist auch die Zerlegung der Chromatophoren und des Pyrenoïds fertig geworden. Die beiden Tochterzellen trennen sich unter dem Einfluss der Fixirungsmittel in der Valvarebene von einander, jede führt ein Chromatophor und einen Kern (Fig. 193b.).

Es mag noch hinzugefügt sein, dass ich trotz bester Fixirung in keinem einzigen Falle eine Strahlungserscheinung im Plasma von den Centrosomen oder der Centralspindelanlage ausgehen sah.

Die Tochterkerne, deren Bildung wir soweit verfolgt haben, lassen bei guter Lage der Zellen die Oeffnung in der Mitte noch einige Zeit erkennen. (Fig. 194a.). Dann aber bemerkt man, dass sich die ganzen Tochterkerne sowohl, wie ihre, doch noch von den Resten der Centralspindel ausgefüllte innere Oeffnung verlängert und zwar, in Schalenansicht beobachtet, von einer Gürtelseite schräg nach der anderen hinüber, doch bisweilen auch in davon abweichender Richtung. Zunächst ist es immer die Oeffnung oder die darin steckenden Ueberreste der Centralspindel, welche mit dem „In die Länge ziehen" beginnen. Ob eine der ersten gleichwerthige Centralspindel zur Entwickelung gelangt, vermag ich nicht mit voller Sicherheit anzugeben, da ich in den Stadien wie Fig. 194 und 195 vergeblich nach den an den beiden Polen zu bildenden neuen Centrosomen gesucht habe. Trotzdem möchte ich annehmen, dass es sich so verhalte. Die Form der Theilungsfiguren ist aber jedenfalls eine ganz abweichende und eigenartige. Wie Fig. 194 und 195 zeigen,

[1]) Erklärung im Text.

wird eine sehr lange Doppelreihe von chromosomenartigen, ausserordentlich kurzen Stäbchen gebildet, welche in der Mitte durch eine ziemlich breite Trennungslinie, in der die angenommene Centralspindel vorhanden sein müsste, auseinandergehalten werden. Man ist zunächst in Versuchung Bilder, wie Fig. 195 a, als Seitenansicht einer Kernplatte aufzufassen, die durch Auseinanderrücken der Tochterchromosomen in Richtung der Queraxe in das Stadium der Tochterkerne übergehen würde. Doch zeigen bereits die untere Figur von 195 a. und Fig. 195 b., dass die Chromosomen in der Richtung der Längsaxe des Gebildes auseinanderweichen und thatsächlich tritt dann auch ein langgestrecktes, an die Centralspindel erinnerndes Gebilde, dessen Grenzen bis dahin verdeckt waren, hervor. Bei der geringen Grösse dieser Objekte und der ungünstigen Lage, da die beiden Tochterkerntheilungsfiguren sich meist direkt übereinander befinden, — sie sind nur aus Rücksicht auf die Deutlichkeit der Zeichnungen etwas aus der Lage verschoben wiedergegeben — konnte ich bisher noch nichts weiteres ermitteln.

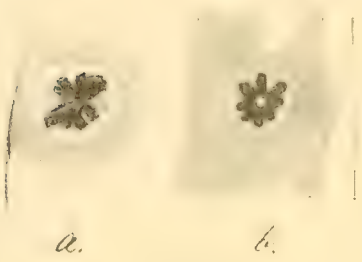


Fig. 192.[1])

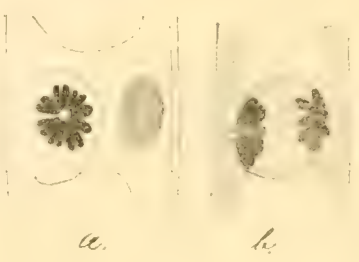


Fig. 193.[1])

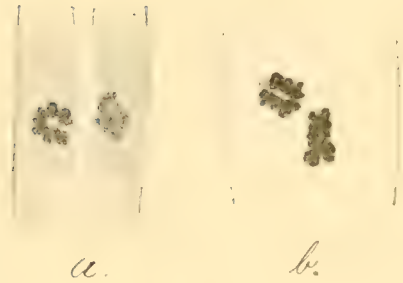


Fig. 194.[1])

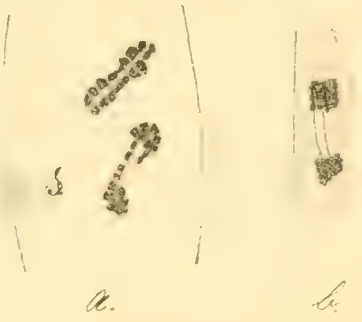


Fig. 195.[1])

Aus alledem geht zunächst hervor, dass die zweite Kerntheilung in Summa vier unter einander gleiche Tochterkerne in jeder ursprünglichen Mutterzelle liefert. Die Zellen werden durch die zweite Kerntheilung nicht irgendwie in Mitleidenschaft gezogen.

Sehr schnell sieht man eine Veränderung in dieser in Figur 196 angedeuteten Configuration eintreten. Die Schalen der Mutterzellen sind weit auseinandergewichen, sie werden durch die umhüllende Gallerte jedoch festgehalten. Besonders an den in der Gürtellage befindlichen Schalen ist die jeder Schale anhaftende Tochterzelle mit je zwei annähernd gleichen Kernen und einem Pyrenoïd, das an den in Schalenlage gezeichneten Zellen besser hervortritt, deutlich.

Fig. 196. 250 : 1.

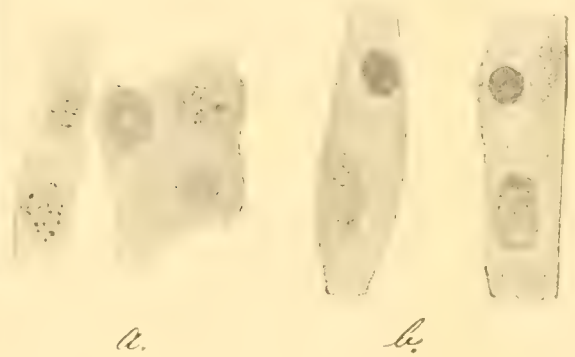


Fig. 197. 1500 : 1.

Gleich darauf (Fig. 197 a. und b.) beginnt je ein Kern jeder Zelle zu wachsen; sie nehmen die feinkörnige Struktur der ruhenden Zellkerne an; dies sind die Grosskerne in Klebahn's und meinen früheren Mittheilungen. Die andern Kerne dagegen werden kleiner, ihre Masse wird völlig homogen und lässt keinerlei Struktur mehr erkennen. Dies sind unsere Kleinkerne, die bei einer Form früher, bei der anderen später zu Grunde gehen, d. h. im Plasma aufgelöst werden. Wie die Centralspindel zur Wiederherstellung der Centrosomen gelangt, konnte bisher nicht nachgewiesen werden.

Nach Ablauf dieser Veränderungen kontrahirt sich jede der vier Tochterzellen zu einer Plasmakugel und die Tochterzellen ungleicher Abkunft verschmelzen paarweise mit einander. Jede der beiden Zygoten

[1]) Fig. 192—195. 1000 : 1. Erklärung im Text.

bildet sich zu einer Auxospore aus. Die beiden Grosskerne, deren jeder bald einen Nucleolus aufweist, verschmelzen miteinander, die Kleinkerne verschwinden und die zwei Pyrenoïde und Chromatophoren treten zur Bildung des neuen Chromatophors zusammen.

Soweit die Thatsachen, die sich bei den zahllosen beobachteten Fällen der Auxosporenbildung nach Typus II stets in gleicher Weise abspielten, insoferne sie eine genauere Beobachtung zuliessen. Zunächst ist also an der wirklichen paarweisen Verschmelzung der Tochterzellen ungleicher Abkunft nicht zu zweifeln. Es sind daher alle die Fälle der Auxosporenbildung, in denen zwei Mutterzellen zur Mitwirkung erforderlich sind, ohne dass wirkliche Copulation erfolgen soll, was Schmitz[1]) noch als die Regel betrachtete, solange in das Reich des Unbewiesenen zu verweisen, als nicht der Vorgang vom ersten Anbeginn an lückenlos verfolgt worden ist. Eine merkwürdige Ironie des Schicksals liegt darin, dass der letzte von Schmitz' Schüler Hauptfleisch[2]) beschriebene Fall derartiger, mit unserer heutigen Auffassung der Sexualität völlig unvereinbarer Form der Auxosporenbildung, gerade *Brebissonia Boeckii* betrifft — die im vorhergehenden eingehend behandelte Form. —

Schwieriger ist es schon, eine richtige, allen bekannten Thatsachen Rechnung tragende Deutung der beschriebenen Vorgänge zu geben. Solange es mir nicht gelungen war, die Form der Karyokinesen festzustellen, welche die leicht nachweisbaren Gross- und Kleinkerne entstehen lassen, so lange sträubte ich mich gegen die Annahme einer Reduktionstheilung[3]), welche Strasburger[4]) seit längerer Zeit in dem Vorgange vermuthet hatte. Obgleich auch jetzt noch der Beweis keineswegs unanfechtbar geliefert werden konnte, so glaube ich doch Strasburger's Anschauung unbedenklich hierin folgen zu können. Vor allem die unmittelbare Aufeinanderfolge der beiden Theilungen so verschiedener Form sprechen sehr dafür, wie auch der Umstand, dass aus der zweiten Theilung die Sexualkerne direkt hervorgehen.

Doch sind noch einige Vorfragen zu erledigen.[5]) Zunächst wissen wir nicht, wie es mit der Zahlenreduktion der Chromosomen steht, da nur diese zwei Theilungen beobachtet werden konnten. Entweder ist acht die Normalzahl der Chromosomen für *Brebissonia;* dann bleibt, falls Zahlenreduktion vorausgesetzt werden soll, nur die Annahme, dass die lange Doppelreihe von Chromosomen-Elementen bei der zweiten Theilung, trotz der kleinen Querrisse, zwei Chromosomen entsprechen, die dann ja thatsächlich eine Quertheilung in der zweiten Karyokinese erleiden würden, so dass auf jeden Tochterkern wieder zwei, aber quer getheilte Chromosomen entfallen. Die Reduktion von acht auf zwei wäre freilich ungewöhnlich! Oder aber, in der gerade vorhergehenden Theilung ist die Zahlenreduktion bereits vollzogen gewesen, sodass 16 Chromosomen dem normalen vegetativen *Brebissonia*-Kerne eignen; dann wird durch die eigenartige, nicht ganz aufgeklärte Umlagerung der neu entwickelten Centralspindel die Quertheilung der Chromosomen vollendet und es würde jedes der fast quadratischen Würfelchen einem quergetheilten Tochterchromosom entsprechen müssen.

Für jede dieser beiden Annahmen lassen sich Gründe ins Feld führen; für die erstere Möglichkeit besonders die von Klebahn[6]) wahrscheinlich gemachte, wenn auch nicht völlig bewiesene Angabe, dass bei *Rhopalodia gibba* die Zahlenreduktion mit der zweiten Theilung bewirkt wird; für die zweite die von Lauterborn regelmässig gefundene beträchtlichere Chromosomenzahl. Da die theoretisch und erfahrungsgemäss zu fordernden Thatsachen der Zahlenreduktion und der qualitativen Reduktion in jedem Falle gesichert erscheinen, mag bis nach Vollendung weiterer Untersuchungen diese Frage unentschieden bleiben.

Ueber die Reduktionserscheinungen dagegen sollen hier noch ein paar Bemerkungen Platz finden, welche mir zur Klärung der Sachlage förderlich erscheinen. Die Nothwendigkeit einer regelmässig in den Entwickelungsgang der einander folgenden Generationen eingeschobenen Reduktion der Chromatinmassen scheint nirgends[7]) bestritten zu werden. Ob sie nun lediglich als Zahlenreduktion oder auch in der von

[1]) Fr. Schmitz. Auxosporenbildung etc. Halle. 1877. l. c. 4. 5.

[2]) P. Hauptfleisch. *Brebissonia Boeckii.* 1895. l. c. pg. 4.

[3]) G. Karsten. Diatomeen II. und III. l. c. Schlussfolgerungen.

[4]) E. Strasburger. Ueber Befruchtung. l. c. 410. 411.

[5]) Vergl. zu den folgenden Ausführungen das treffliche Referat von J. Rückert. Chromatinreduktion. 1893. l. c.

[6]) H. Klebahn. *Rhopalodia.* l. c. 644.

[7]) Nur von Br. Debski l. c. I. II. wird für *Chara fragilis* die Zahlenreduktion der Chromosomen der Sexualzellen wiederholt in Abrede gestellt. Ob in irgend einer anderen Weise ein Ersatz dafür geschaffen wird, ist aus den Angaben bisher nicht zu entnehmen; Strasburger weist bereits (Befruchtung 413) auf die Möglichkeit hin, dass der Vorkeim doppelte Chromosomenzahl führen könnte.

Weismann geforderten Form sich nachweisen lässt, ist eine z. Z. wohl noch offene Frage. Schwierigkeiten macht besonders auch die Art und Weise, wie man sich die Thatsache der Chromatin-Reduktion beim ersten Auftreten der Sexualität zu denken habe. So hebt Strasburger in der bereits erwähnten Veröffentlichung[1]) „über Befruchtung" hervor: „In der That kann ich mir die Entstehung einer geschlechtlichen Differenzirung, das heisst einer Nothwendigkeit der Ergänzung bestimmter, zuvor selbständig sich weiter entwickelnder Fortpflanzungselemente, nicht durch einen vorausgegangenen Vorgang numerischer Reduktion der Chromosomen (bedingt) denken. Wie sollte ein solcher Vorgang sich vollziehen, — gewissermaassen in Vorahnung der noch nicht vorhandenen geschlechtlichen Differenzirung! Hingegen lässt sich wohl vorstellen, dass durch die Verdoppelung der Chromosomenzahl im Befruchtungsakt Bedingungen geschaffen werden, die einen Reduktionsvorgang, der die Zahl der Chromosomen in den Organismen wieder auf die ursprüngliche Zahl zurückführt, auslösen."

Mir scheint, wir haben den Schlüssel zu diesen Fragen seit längerer Zeit in der Hand in der schönen und oft erwähnten, aber noch niemals von diesem Gesichtspunkte aus betrachteten Arbeit von Klebahn[2]) über die Keimung von *Closterium* und *Cosmarium*. Klebahn zeigte, dass die beiden aus den kopulirenden Zellen stammenden Kerne erst bei Einleitung der Keimung mit einander wirklich verschmelzen. Aber nur für kurze Zeit. Es bildet sich eine Theilungsfigur von eigenartigem Aussehen, die Zelle erleidet ebenfalls eine Theilung, und, bevor noch die Tochterkerne zur Ruhe gekommen sind, wird durch eine zweite Theilung der Kern jeder Tochterzelle in zweie zerlegt, deren einer, als Grosskern entwickelt, der Zelle erhalten bleibt, während der andere schnell zum Kleinkern degenerirt und im Plasma der Zelle verschwindet.

O. Hertwig[3]) fasst den Vorgang als eine Reduktion der Kernsubstanz auf und Strasburger[4]) folgt ihm darin. Die Richtigkeit dieser Auffassung ist mir keinen Augenblick zweifelhaft, nur, glaube ich, kann man die Beobachtung noch besser benutzen.

Das Verhalten der *Desmidiaceen*-Zygospore spricht dafür, dass entweder nur eine recht gering entwickelte Sexualität zu ihrer Bildung geführt haben kann, da die Kerne viele Monate hindurch in der Zelle nebeneinander liegen bleiben, ohne sich zu vereinigen, oder aber dass ihrer Vereinigung Hindernisse entgegenstehen. Das gleiche Verhalten ist nach weiteren Angaben von Klebahn[5]) bei vielen — voraussichtlich allen — *Conjugaten*-Algen, wenn auch in sehr verschiedener Abstufung, anzutreffen. Dagegen ist die von Raciborski[6]) erwähnte „conjugate Kerntheilung" bei *Uredineen* kaum hierher zu rechnen, während das Verhalten der Zellkerne in den Zygosporen von *Basidiobolus ranarum* nach demselben Autor[7]) demjenigen in den Zygosporen der *Conjugaten* an die Seite gestellt werden kann.

Nehmen wir die *Conjugaten* mit ihren auch morphologisch so wenig differenzirten Sexualorganen als eine dem Beginn der Sexualität relativ nahestehende Stufe an, so lässt sich diese Voraussetzung auch noch von anderer Seite unterstützen. Die Leichtigkeit, mit der Klebahn[8]) bei *Cosmarium* Parthenosporen nachweisen konnte, ist inzwischen durch die schönen Untersuchungen von Klebs[9]) ihren äusseren Ursachen nach näher bekannt geworden, und auch diese Eigenthümlichkeit spricht für eine nicht sehr hoch differenzirte Sexualität.

Wenn man nun diese geringe Neigung der Conjugatenkerne in den Zygosporen alsbald zu verschmelzen, zweitens die Leichtigkeit, mit der Conjugaten-Individuen — nachdem einmal in Folge der ersten gegenseitigen, materiell unbekannten, Beeinflussungen[10]) die Kontraktion der copulationslustigen Zellen nicht mehr rückgängig gemacht werden kann, — dazu gebracht werden, je eine Parthenospore zu bilden, kennt, so scheint es mir sehr nahe zu liegen, beide Thatsachen mit der durch Klebahn bekannt gegebenen dritten in Verbindung zu bringen, dass die Chromosomen-Reduktion erst nach der Verschmelzung stattfindet. Die

[1]) l. c. 406.

[2]) H. Klebahn. Studien über Zygoten. I. Die Keimung von *Closterium* und *Cosmarium*. Pringsheim's Jahrb. f. w. B. XXII. 415. 1890.

[3]) O. Hertwig. Zelle. l. c. 225.

[4]) E. Strasburger. Periodische Reduktion etc. l. c. 865.

[5]) H. Klebahn. Zygosporen einiger *Conjugaten*. l. c. 1888.

[6]) M. Raciborski. *Basidiobolus ranarum*. l. c. 132.

[7]) l. c. 129. 130.

[8]) H. Klebahn. Zygoten. I. l. c. 429.

[9]) G. Klebs. Bedingungen der Fortpflanzung. l. c. 246.

[10]) G. Klebs. l. c. 253.

Kerne sind eben zur Zeit der Copulation nicht ergänzungsbedürftig und sie sind für sich existenzfähig. Freilich wäre damit erwiesen, dass diese Formen nicht unumgänglich der Reduktionstheilungen bedürfen, um befruchtungsfähig gemacht zu werden; ob aber die, wie aus dem vorhergehenden ersichtlich, erheblich grössere Befruchtungsbedürftigkeit der Sexualzellen bei höher differenzirten Pflanzen nicht durch eine bei ihnen vorausgegangene Reduktion mit beeinflusst wird, ist mindestens nicht ausgeschlossen. Die Verschiebung einer bei den, wie angenommen, in der Sexualitäts-Entwickelung niedrigst stehenden Gewächsen nach dem Sexualakt stattfindenden Reduktion auf die diesem Akt mehr oder weniger nahe voraufgehenden Kerntheilungen schon bei sehr nahestehenden Formen[1]) hat an und für sich nichts auffälliges; finden sich doch analoge Verschiebungen in der Aufeinanderfolge morphologischer Entwickelungsstadien nicht allzu selten. Da in physiologischer Hinsicht eine grössere Sicherheit der Befruchtung durch Schaffung ergänzungsbedürftiger Kerne gewonnen wird, so erscheint mit Rücksicht auf die Sicherung der Nachkommenschaft die Verschiebung der Reduktion auf einen dem Sexualakt mehr oder weniger voraufgehenden Zeitpunkt sehr verständlich, wie auch die Nothwendigkeit einleuchtet, dass den einer solchen Sicherheit entbehrenden Conjugaten die Möglichkeit parthenogenetischer Fortpflanzung in erheblichem Maasse erhalten bleiben musste.

In dieser Beleuchtung erscheinen, glaube ich, die bisher sehr isolirt stehenden Keimungsbeobachtungen der Conjugaten, wie auch die differente Befruchtungsbedürftigkeit reducirter und nicht reducirter Sexualkerne als leicht begreifliche, den betreffenden Organismen förderliche Thatsachen. —

Nach dieser Abschweifung kehren wir zur Betrachtung der Auxosporenbildung zurück.

An die normale Form des Typus II, welche bei der grossen Mehrzahl aller bisher in Auxosporenbildung betroffenen pennaten Diatomeen vorgefunden ist, schliesst sich das nicht ganz aufgeklärte Verhalten von *Navicula constricta* an[2]). Der Kern dieser ebenfalls paarweise zusammengelagerten Zellen theilt sich, ohne dass Zelltheilung darauf zu folgen pflegt. Auch konnte ausser einer Contraktion des Zellplasma keine Aenderung bemerkt werden. Jede Zelle wächst zu einer Auxospore aus; die beiden Kerne verschmelzen wieder. Bisweilen jedoch tritt — bei einzeln gebliebenen Individuen — wirkliche Zelltheilung zu der beschriebenen Kerntheilung hinzu, und dann geht aus jeder Tochterzelle eine Auxospore hervor. Jedenfalls handelt es sich hier also um einen in Rückbildung begriffenen Fall des Typus II, der asexuell verläuft; ob nicht unter anderen Bedingungen vielleicht Copulation eintritt, bleibt aufzuklären. Aehnlich möchte es sich mit *Frustulia saxonica*[3]) verhalten, wenn nicht etwa auch hier die schnell verlaufende Copulation übersehen wurde, da „die allerersten Zustände" fehlen!

An Typus II würde sich am nächsten anschliessen müssen Typus III, den zu beobachten ich leider noch keine Gelegenheit fand. Da alle früheren Beschreibungen naturgemäss zu wenig auf Kernfragen Rücksicht nahmen, um heutigen Ansprüchen genügen zu können, so muss die Erörterung dieser Form der Auxosporenbildung solange verschoben werden, bis zuverlässige neue Beobachtungen vorliegen. Eine so grosskernige Form wie *Surirella calcarata* könnte wichtige Aufschlüsse gewähren. Die morphologischen Verhältnisse mögen hier noch einmal durch Fig. 198 vergegenwärtigt sein.

Für die weitere Betrachtung der Auxosporenbildung gehen wir auf Typus I zurück, dessen äusseres Kennzeichen in der Entwickelung von zwei Auxosporen aus nur einer Mutterzelle besteht.

In typischer Ausbildung findet sich diese Form der Auxosporenbildung bei *Rhabdonema arcuatum*, deren Beobachtung wir W. Smith[4]) und J. E. Lüders[5]) verdanken. Der Vorgang verläuft nach meinen, diese letzteren Angaben etwas modificirenden Beobachtungen[6]) folgendermaassen:

Eine mit zahlreichen Septen ausgestattete, also ältere Zelle von *Rhabdonema arcuatum* tritt in Theilung ein.

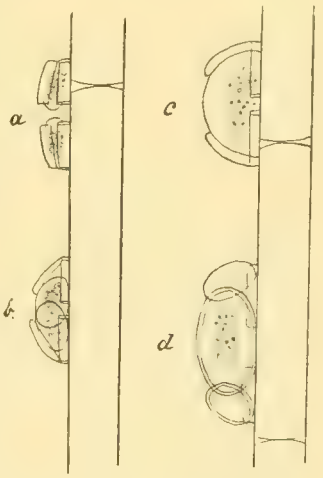


Fig. 198. Auxosporenbildung von *Cocconeis Pediculus* nach J. E. Lüders. 360:1.

[1]) Basidiobolus und Diatomeen.
[2]) G. Karsten. Diatomeen I. l. c. 294.
[3]) E. Pfitzer. Bau und Entwicklung. l. c. 69. IV. 4—8.
[4]) W. Smith. Synopsis l. c. II. XIII. Taf. E. 305.
[5]) J. E. Lüders. l. c. 65. II. 11.
[6]) G. Karsten. Neuere Unters. l. c. 48.

Die Gürtelbänder schieben sich nach und nach von einander und nach Absonderung einer die Oeffnungsstelle völlig umhüllenden Gallertmasse (Fig 199) tritt das in zwei Theile zerfallene Zellplasma in Form zweier stets getrennter Klumpen aus den Schalen in die Gallerthülle ein. Jeder Plasmaklumpen führt einen Zellkern, an dem irgend welche weiteren Veränderungen nicht bemerkt werden konnten [und, nach dem Verhalten von *Rhabdonema adriaticum* zu urtheilen, auch sehr wenig wahrscheinlich sind]. Beide Plasmakugeln umhüllen sich alsbald mit einem geringelten Perizonium und erreichen eine die Mutterschalen zwei bis drei Mal übertreffende Länge. Innerhalb des Perizonium werden nacheinander die neuen Schalen gebildet.

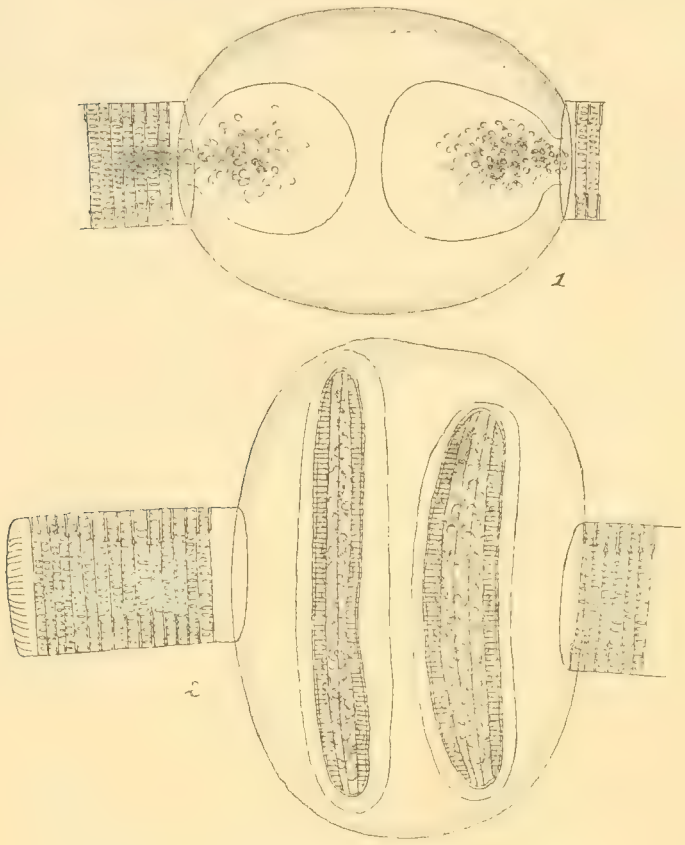


Fig. 199. Auxosporenbildung von *Rhabdonema arcuatum* nach W. Smith. 400 : 1.

Es liegt hier also eine einfache Zelltheilung vor, die nur dadurch von allen übrigen Theilungen unterschieden ist, dass die beiden Tochterzellen die alten, zu klein gewordenen Schalen verlassen und zwei neue Zellen aufbauen.

Dieser überaus klare und anschauliche Vorgang ist als Ausgangspunkt der ganzen Auxosporenbildung zu betrachten, da sich alle Fälle durch Uebergänge zu ihm in Beziehung setzen lassen. Am nächsten schliesst sich in der Richtung auf den vorher besprochenen Typus II hier an: *Synedra affinis*. Auch bei *Synedra*[1]) tritt in jeder zur Auxosporenbildung schreitenden Zelle eine Zelltheilung ein (Fig. 200), und jede Tochterzelle streckt sich und bildet eine Auxospore. Die einzige Abweichung gegenüber dem Verhalten von *Rhabdonema arcuatum* liegt darin, dass der Kern dieser Auxosporen noch jedes Mal eine, oft nicht ganz zur Perfektion gelangende Theilung erleidet, worauf die resultirenden Tochterkerne wieder mit einander verschmelzen. Diese zweite Theilung erinnert auffallend an die bei *Brebissonia* näher ausgeführten, im ganzen Typus II herrschenden Vorgänge. Auch hat Strasburger[2]) die Thatsache bereits so gedeutet: „dass der mit halber Chromosomenzahl versehene Auxosporenkern wieder auf die den vegetativen Zuständen zukommende doppelte Chromosomenzahl gebracht wird". Diese Annahme ist rein hypothetisch und würde kaum beweisbar sein, doch stimme ich insofern der Anschauung bei, als die zweite Kerntheilung hier und im Typus II identische Vorgänge sein müssen. Mit anderen Worten heisst das aber: *Synedra* hat früher eine sexuelle, vermuthlich dem Typus II entsprechende Auxosporenbildung gehabt und hat sie eingebüsst — die in reducirter Form erhaltene zweite Kerntheilung in den Tochterzellen ist der einzige Ueberrest davon. — So kommen wir hier mit Hülfe der intimeren Vorgänge bei der Auxosporenbildung zu merkwürdigen Rückschlüssen, denn die einfache logische Folgerung würde sein: *Synedra* muss, wenn wirklich ihre Auxosporenbildung aus dem Typus II reducirt worden ist, in früherer Zeit auch beweglich gewesen sein; es ist also vermuthlich ihre Pseudoraphe der Ueberrest eines früher funktionsfähigen Bewegungsorganes.

Eine andere Art Modifikation des Typus I tritt nach J. E. Lüders[3]) und meinen Beobachtungen bei *Achnanthes subsessilis* auf (Fig. 201). Auch hier findet eine Theilung der betreffenden einen Zelle statt. Die zweite Theilung der Tochterkerne ist nicht beobachtet worden. Vielmehr verschmelzen die beiden,

[1]) G. Karsten. Diatomeen II. l. c. 33.
[2]) E. Strasburger. Befruchtung l. c. 411.
[3]) J. E. Lüders. l. c. 60. Fig. 8a—g.
[4]) G. Karsten. Diatomeen II. 48.

längere Zeit unabhängig, kugelig abgerundet neben einander liegenden Zellen zu einer Plasmakugel, deren beide Kerne alsbald zu einem sich vereinigen. Die normal in Zweizahl vorhandenen Chromatophoren theilen sich bei Bildung der Tochterzellen, oder blieben in seltener beobachteten Fällen ungetheilt, so dass der Zygote zwei oder vier, jedenfalls bald auf zwei verminderte, Chromatophoren zukommen.

So entsteht bei *Achnanthes subsessilis* auf sexuellem Wege durch Copulation der Tochterzellen eine Zygote, die sich mit einem Perizonium umhüllt und zu einer langestreckten Auxospore auswächst. Es ist hier ein Uebergang von der asexuellen Auxosporenbildung des Typus I zur sexuellen auf eine ungewöhnliche, sonst nicht bekannt gewordene Art erreicht.

Die Thatsache, dass hier die copulirenden Zellen stets Schwesterzellen sein müssen, erinnert sehr an die Verhältnisse der *Desmidieen*, wie sie von de Bary[1]) beschrieben sind: „Es scheint, dass in allen Fällen die copulirenden Zellen ihrer Abkunft nach in naher Verwandtschaftsbeziehung stehen."

Endlich ist noch die ebenfalls an Typus I anzuschliessende Auxosporenbildung von *Rhabdonema adriaticum* zu erwähnen. Eine Zelltheilung ist hier wie bei allen besprochenen Formen der Ausgangspunkt. Aber schon äusserlich ist ein Unterschied jeder gewöhnlichen Zelltheilung gegenüber deutlich und leicht zu erkennen, da, wie im speciellen Theile ausgeführt worden ist, ein nur bei der Vorbereitung zur Auxosporenbildung in Thätigkeit tretendes complexes Gürtelband von der jüngeren Schale gebildet wird, dessen Auftreten kein Analogon in den bisher bekannten Entwickelungserscheinungen der Diatomeen besitzen dürfte.

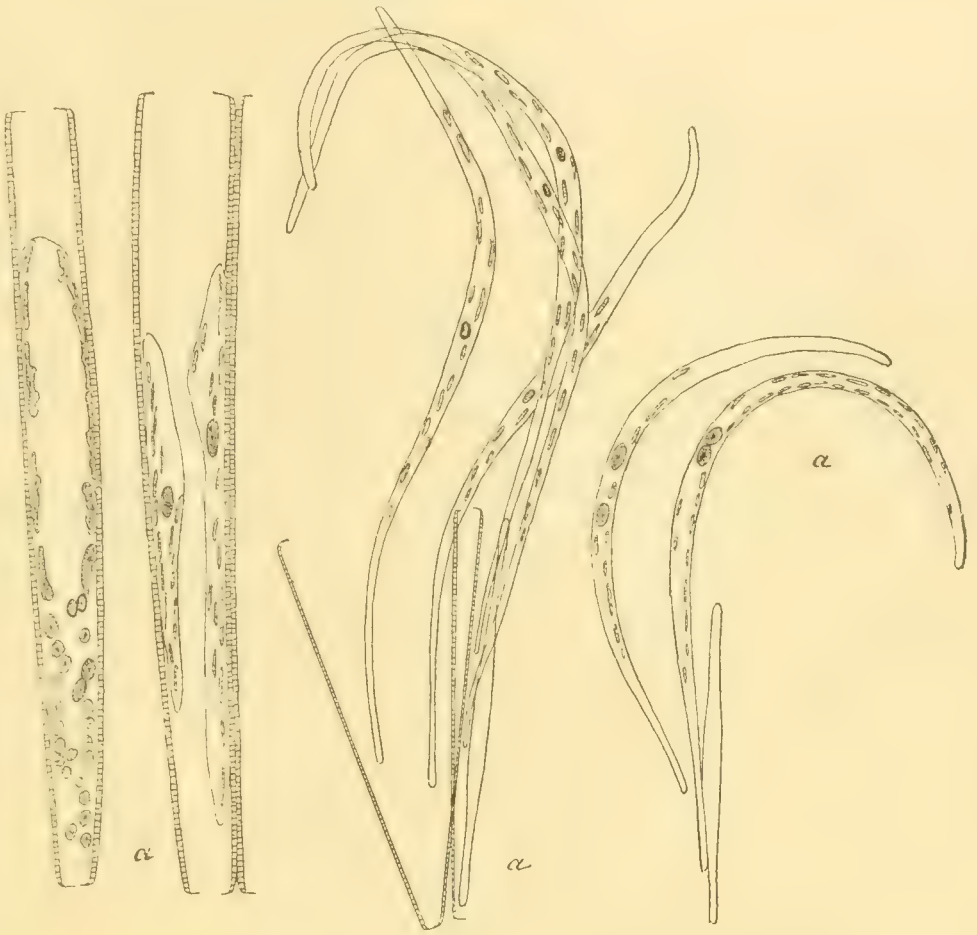


Fig. 200. Auxosporenentwickelung von *Synedra affinis*. 500 : 1.

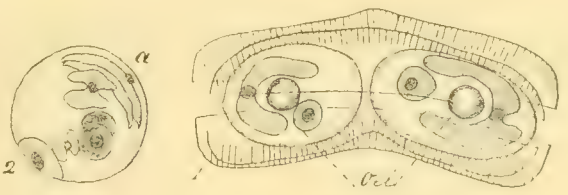


Fig. 201. Auxosporenbildung von *Achnanthes subsessilis*. 1000 : 1.

Ebenso eigenartig ist das Verhalten des Plasmakörpers. Der gesammte Zellinhalt zieht sich aus der älteren Schale sehr frühe, aus der viele Zwischenschalen besitzenden jüngeren nach und nach heraus und tritt in den Raum unter dem erwähnten Zwischenbande ein. Am Rande dieser Plasmaansammlung der älteren Schale zugewandt, liegt der Zellkern (Fig. 202), der eine Theilung erlitten hat. Die beiden resultirenden Kerne verlieren schnell ihr gleichmässiges Aussehen, der eine überragt den andern dann sehr erheblich an Masse und Volumen. Der kleinere Kern wird aus der Plasmamasse in die ältere entleerte Schale hinein ausgestossen, der grosse Kern zieht sich

[1]) cf. Conjugaten l. c. 48.

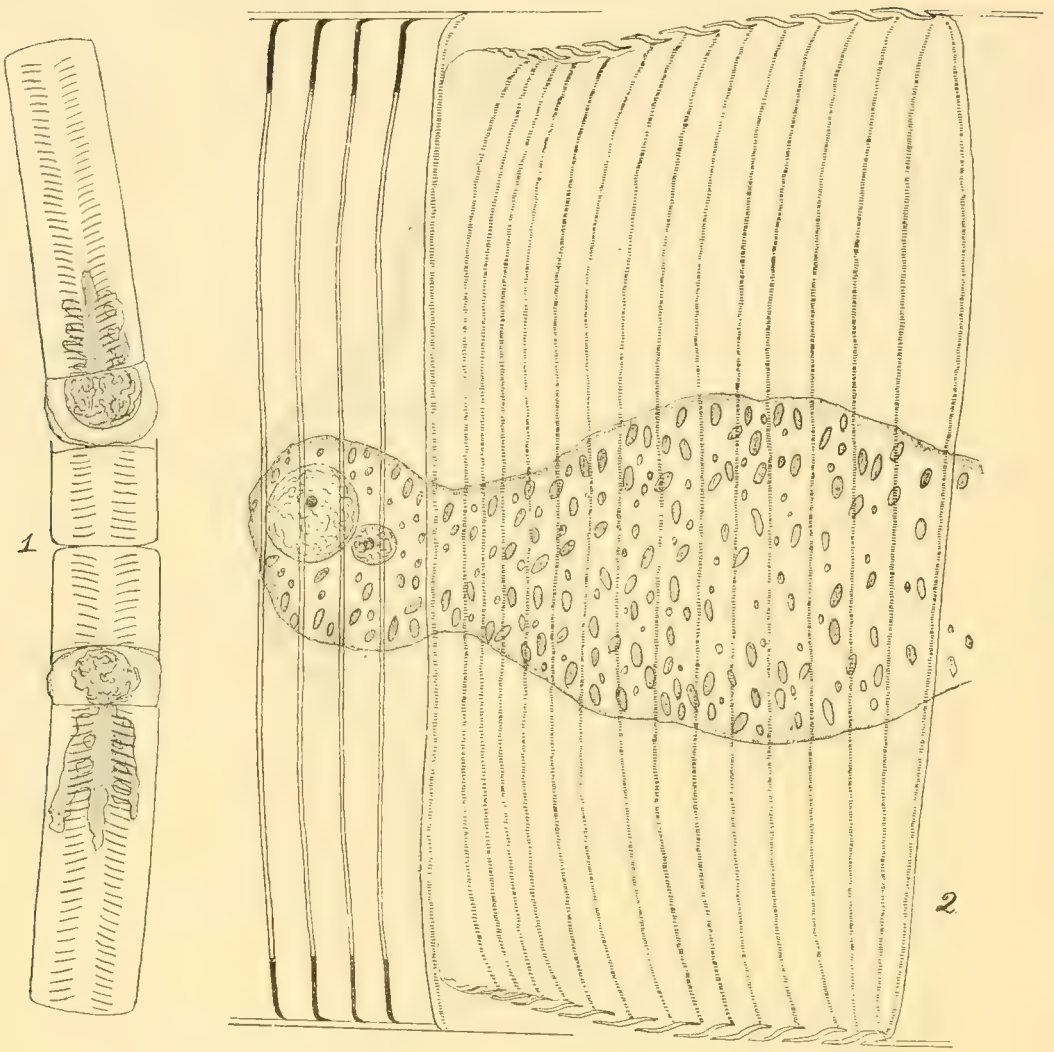


Fig. 202. Auxosporenbildung von *Rhabdonema adriaticum*. 1. 130 : 1. 2. 1000 : 1.

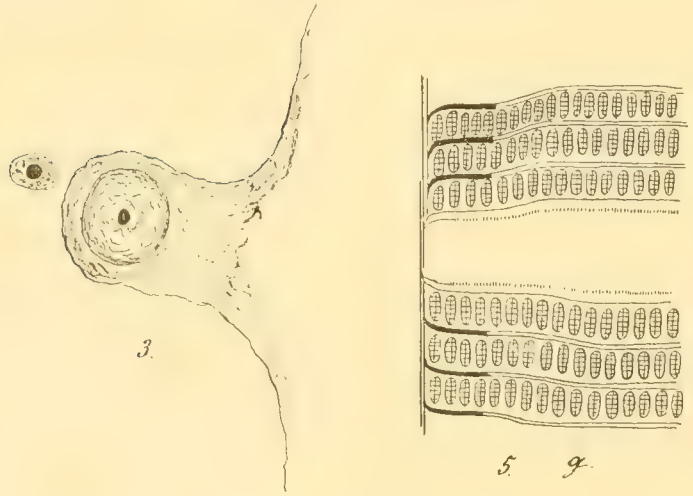


Fig. 203. *Rhabdonema adriaticum*. 3. Ausstossung des einen kleineren Kernes. 5. Normales Gürtelband bei Zelltheilungen. 1000 : 1.

aus der peripheren Lage in die Mitte der mehr und mehr anschwellenden Plasmaansammlung zurück (Fig. 203 und 204). Diese umgiebt sich mit einer concentrisch geschichteten Gallerthülle, die früher oder später das complexe Gürtelband sprengt. Der ausgestossene Kern ist durch Färbemittel (Methylgrün-Essigsäure) noch lange in der älteren Schale nachweisbar; er quillt dabei ein wenig wieder auf, so dass er dem Auxosporenkerne an Grösse kaum nachzustehen scheint.

Endlich, nachdem das ganze Zellplasma in den Plasmaklumpen zusammengewandert ist, tritt eine schnell verlaufende Streckung ein. Das Gürtelband wird, wenn es nicht bereits geschah, gesprengt, die ältere Schale fortgeschwemmt, und die Plasmamasse haftet mit der sehr dick gewordenen Gallerthülle an der jüngeren Schale allein (Fig. 205). Die

Auxospore erreicht etwa die doppelte Grösse der Mutterschalen. Das in der Mitte aufgebauchte Perizonium ist stark gewellt. Zur Bildung der beiden nach einander entstehenden Schalen tritt das Plasma von der Perizoniumwand zurück. Die Oeffnung wurde nicht beobachtet, sie erfolgt vermuthlich durch einfache Sprengung der Perizoniumwand bei dem nach und nach erfolgenden Längenwachsthum der eingeschlossenen Zelle, welchem das Perizonium nicht zu folgen vermag.

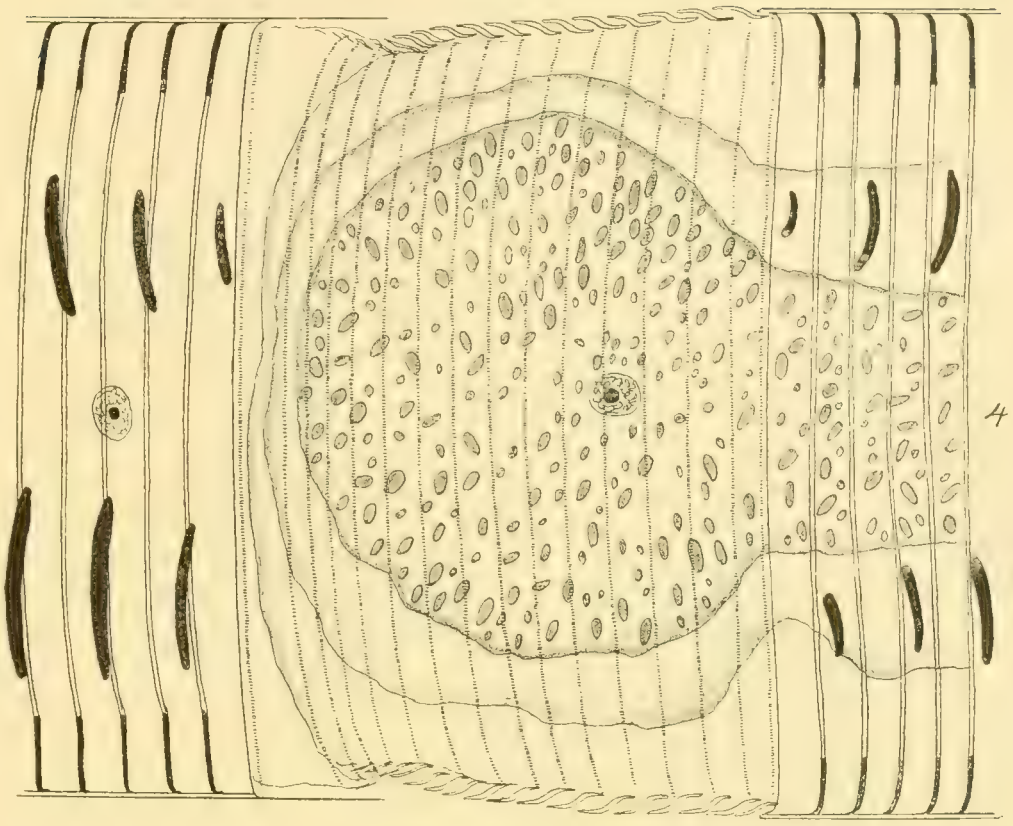


Fig. 204. Auxosporenbildung von *Rhabdomena adriaticum*. 1000 : 1.

Diese höchst eigenartige Form der Auxosporenbildung giebt sich schon durch die begleitenden Umstände und Aeusserlichkeiten als eine sehr alte zu erkennen, welche direkt auf diejenige von *Rhabdonema arcuatum* zurückgeführt werden muss. Die eigenthümliche Entfernung des einen Tochterkernes ist insoferne verständlich, als jetzt die ganze Zelle zur Bildung der neuen Generation Verwendung finden kann, diese also mit sehr viel grösseren Chancen die Konkurrenz mitbewerbender Zellen aufnehmen darf. Die von Oltmanns[1]) an den *Fucaceen: Fucus, Ascophyllum, Pelvetia, Himanthalia* und *Halidrys* beobachtete Reihenfolge in der Verminderung der in einem Oogonium entwickelten Eier von 8 auf 4, 2 und 1 stellt einen ganz analogen Vorgang, wie die Auxosporenbildung von *Rhabdonema arcuatum* und *adriaticum* dar. Auch sonst lassen sich Beispiele finden.

Die grosse Bedeutung dieser Auxosporenbeobachtung von *Rhabdonema adriaticum* liegt nun darin, dass damit der Uebergang von Typus I zu Typus IV unmittelbar gegeben ist, dessen Charakteristik in der Herausbildung einer Mutterzelle zu einer

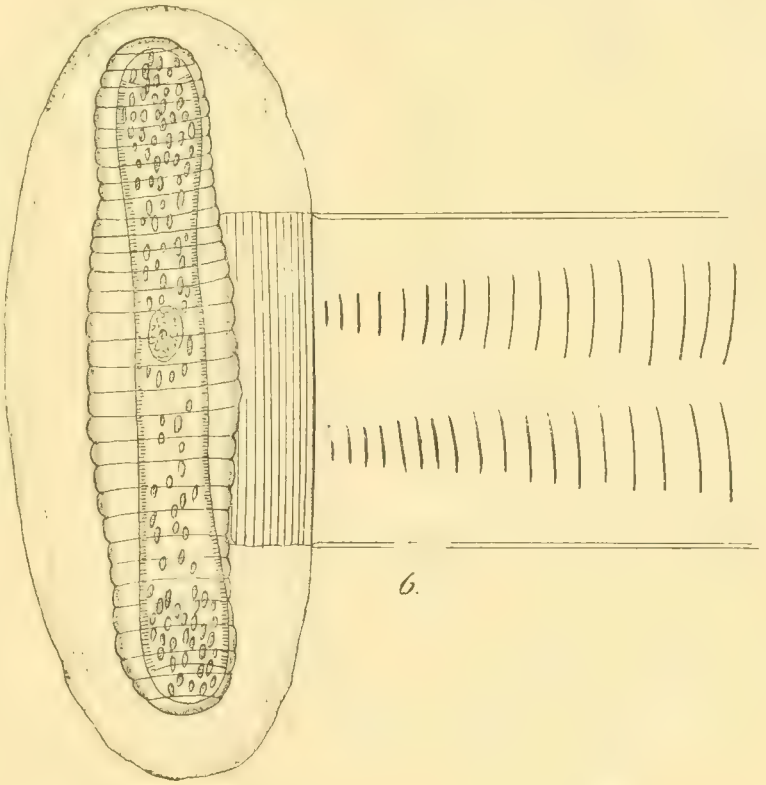


Fig. 205. Auxospore von *Rhabdonema adriaticum*. 320 : 1

[1]) Fr. Oltmanns. *Fucaceen*. 85. XV. 6—19.

Auxospore liegt. Schon *Rhabdonema adriaticum* kann mit mindestens dem gleichen Rechte zu Typus IV wie zu Typus I gezählt werden. Typus IV dürfte von allen Formen der Auxosporenbildung wohl der weitestverbreitete sein, da alle Planktonformen ihm zu folgen scheinen.

So ist als Haupt-Ergebniss dieser Auxosporen-Untersuchungen hervorzuheben, dass alle Formen dieser auf das mannigfaltigste variirenden Erscheinung auf die bei den Tabellarieen, speciell bei *Rhabdonema*, herrschenden Vorgänge zurückgeführt werden können. Es erscheinen daher die Tabellarieen als die dem Ausgangspunkte der ganzen Diatomeen-Reihe am nächsten stehenden, als die ältesten der lebenden Diatomeen.

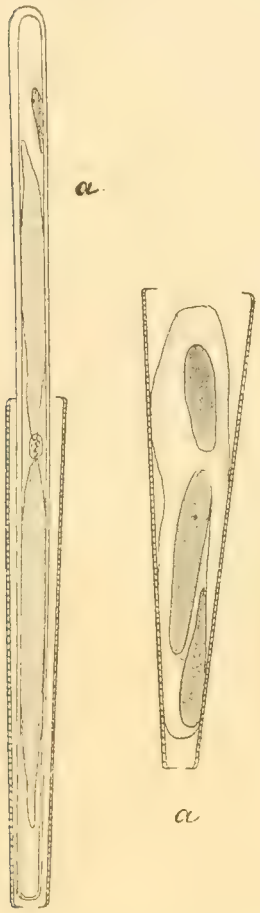


Fig. 206. Auxosporenbildung von *Nitzschia paradoxa*. 500 : 1.

Nachdem wir zu diesem Ergebniss gelangt sind, erübrigt es noch einige weitere nach dem Typus IV verlaufende Auxosporenbildungen zu verfolgen. Wir beginnen mit der kürzlich aufgefundenen Form des Vorganges bei *Nitzschia (Bacillaria) paradoxa* (Fig. 206).

Es ist leider nicht gelungen, die intimeren Vorgänge der Auxosporenentwickelung hier ganz aufzudecken, doch gestatten die Beobachtungen zu sagen, dass aller Wahrscheinlichkeit nach ein dem von *Rhabdonema adriaticum* gleiches Verhalten der Kerne vorliegt.

Die Zelle besitzt je zwei Chromatophoren. Bei der Sprengung der Schalen durch den sich ausdehnenden Plasmaleib, beobachtet man nun, dass ein Chromatophor unterdrückt wird, während das andere stark heranwächst und sich schliesslich in zweie theilt. Daraus kann nach allen Erfahrungen geschlossen werden, dass zwei Tochterzellen angelegt waren, von denen nur eine zur Vollendung als Auxospore gelangt.

Bei der Thatsache, dass die sonst beobachteten *Nitzschien* ihre Auxosporen nach Typus II bilden, ist hier wohl die freilich nicht ausschliessliche Zugehörigkeit zum Plankton für die asexuelle, relativ niedrig stehende Form der Auxosporenbildung entscheidend gewesen[1]).

(Nachträglicher Zusatz. Diese Deutung ist freilich nicht mehr aufrecht zu erhalten, nachdem ich aus der erwähnten Arbeit Miquel's ersehen habe, dass seine Beobachtungen an *Nitzschia palea*[2]) eine mit der hier beschriebenen übereinstimmende Bildungsweise der Auxosporen nachgewiesen haben. Die Schilderung der morphologischen Details ist zwar sehr wenig genügend; so wird das Perizonium überhaupt nicht unterschieden, und nach der Darstellung müssten die noch vom Perizonium umhüllten Zellen bereits beweglich sein. Trotz alledem wird an der Thatsache der Auxosporenentwickelung von *Nitzschia palea* auf eine derjenigen von *Nitzschia paradoxa* entsprechende Weise nicht gezweifelt werden können.)

Besser bekannt ist die Auxosporenbildung der *Melosira varians, Melosira Borreri* und *Melosira nummuloïdes*; für die erstgenannte Form durch die Beobachtungen von Pfitzer und Schmitz[3]), die in Pfitzer's Bau und Entwicklung eingehend beschrieben sind, für die beiden anderen durch mich[4]).

Wie ich in der angeführten Arbeit nachgewiesen habe, ist es stets die jüngste Zelle einer Zwillings- oder Drillingsgruppe, welche zur Auxosporenbildung schreitet. Und zwar wird die jüngere Schale dieser Zelle abgestossen und an der älteren Schale bleibt die Auxospore befestigt (Fig. 207). Die überaus regelmässige Lagerung der Zellkerne an der Mitte der älteren Schale scheint für alle *Melosireen* Regel zu sein, wie Pfitzer[5]) für *Melosira varians*, ich für die andern beiden genannten Arten nachwies[6]). Bei jeder Auxosporenbildung sieht man nun den auch hier der älteren Schale anliegenden Kern eine Wanderung unternehmen, welche ihn in die äusserste Ausbauchung der Auxospore führt.

[1]) cf.: die diesbezüglichen Ausführungen von F. Schütt. Die Wechselbeziehungen etc. l. c.
[2]) P. Miquel. Recherches expérimentales etc. l. c. 556.
[3]) l. c. pg. 131. 132.
[4]) G. Karsten. Diatomeen III. 213.
[5]) E. Pfitzer. Bau und Entwicklung l. c. 129.
[6]) Diatomeen III. 209.

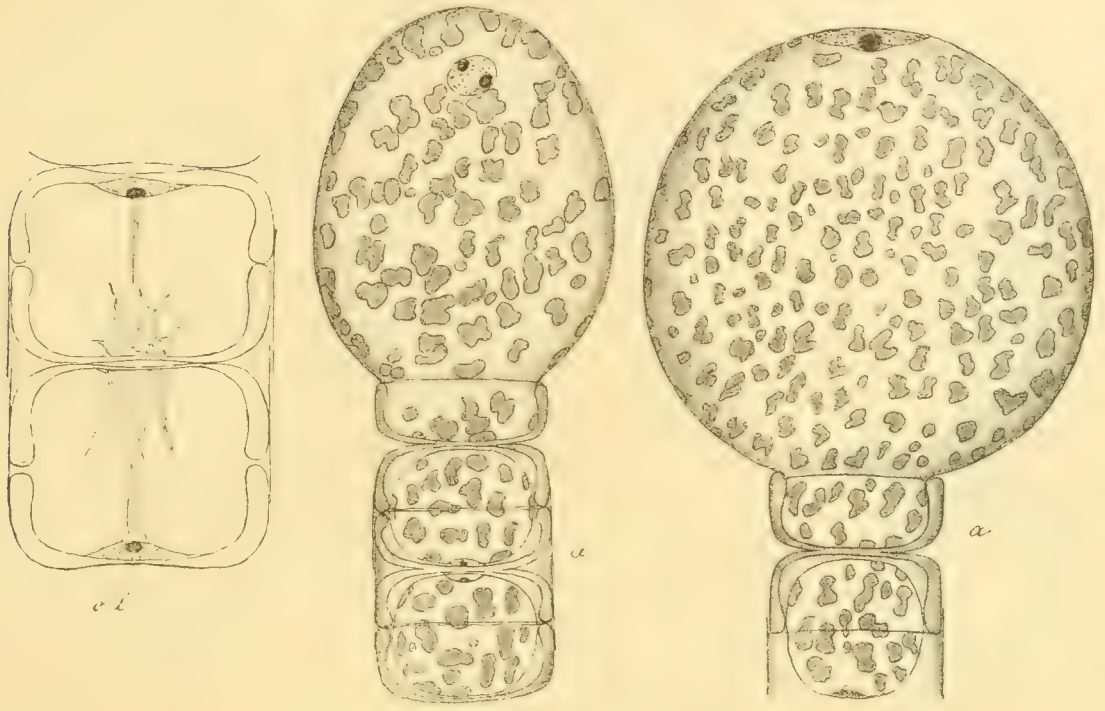


Fig. 207. Auxosporenbildung von *Melosira Borreri*. 500 : 1.

Schon diese Thatsache der Kernwanderung, die sich sonst ausschliesslich bei Zelltheilungen findet, deutet auf eigenartige Veränderungen der Kerne hin und es gelang in der That, eine ganz ausserordentlich rückgebildete Theilung des Kernes, die während der Wanderung auftritt, zu erkennen. Freilich muss zugegeben werden, dass ohne die auffallend regelmässige Gestaltung gerade der *Melosira*-Kerne die reducirte Kerntheilung nicht nachweisbar gewesen wäre. Der neuen Lage des Kernes entsprechend bildet sich die erste in die Auxosporenhaut eingelagerte Schale an der von der Ansatzstelle der Mutterzelle abgekehrten Seite (Fig. 208).

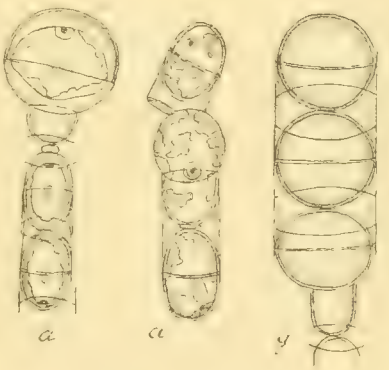


Fig. 208. Auxosporenbildung von *Melosira nummuloïdes*. 500 : 1.

Der ganze hier kurz referirte Vorgang war von mir damals schon als eine in völliger Rückbildung begriffene Zelltheilung gedeutet worden[1]). Jetzt, nachdem in dem Verhalten von *Rhabdonema adriaticum* ein so unverkennbares Beispiel vor Augen liegt, ist die Richtigkeit meiner früheren Deutung in nicht vorherzusehender Weise bestätigt worden.

In den ziemlich zahlreichen, nach und nach bekannt gewordenen Fällen der Auxosporenbildung nach Typus IV. ist nun dieser Nachweis einer Kerntheilung nicht immer geführt worden — ja es wird in manchen Fällen auch vielleicht unmöglich sein, ihr Vorkommen darzuthun.

Bei der grossen Uebereinstimmung jedoch, welche die Entwickelung in allen bisher bekannten Fällen aufweist, darf an der einheitlichen Auffassung gerade dieses Typus kaum gezweifelt werden.

Suchen wir jetzt nach der Betrachtung aller irgend genauer bekannten Formen der Auxosporenbildung nach den gemeinsamen Zügen, welche in allen Typen und in jedem Falle auftreten, so komme ich zu dem ebenfalls früher bereits hervorgehobenen Resultate: das allen Auxosporenbildungsarten gemein-

[1]) G. Karsten. Diatomeen III. 219. Bei Miquel l. c. pag. 545 findet sich folgender Satz, der vielleicht einen ähnlichen Gedankengang des Verfassers betreffs des Vorganges bei *Melosira nummuloïdes* andeuten möchte: „Un des articles cylindriques du filament, au lieu de devenir le siége d'une division ordinaire, se remplit d'une quantité anormale de protoplasma bien endochromé." Der Sperrdruck ist im Original nicht vorhanden.

same Merkmal liegt darin, dass eine Zelltheilung jeder Form des Vorganges ursprünglich zu Grunde liegt, ob nun eine, ob zwei Mutterzellen dabei betheiligt sind, ob eine, oder zwei Auxosporen gebildet werden.[1]) Nur bei Typus III, der sich genauerer Untersuchung bisher entzogen hat, ist der Nachweis dieses Verhaltens noch nicht erbracht worden. Bei den *Naviculeen* und Verwandten tritt zu der Zelltheilung noch eine Reduktionstheilung der Kerne hinzu, welche jedoch nur zu der in Typus II aufgetretenen Sexualität in Beziehung steht, durch sie bedingt ist; sobald die sexuelle Auxosporenentwickelung wieder in eine asexuelle Form übergeht, wie bei Synedra, wird auch die Reduktionstheilung schnell und kräftig rückgebildet.

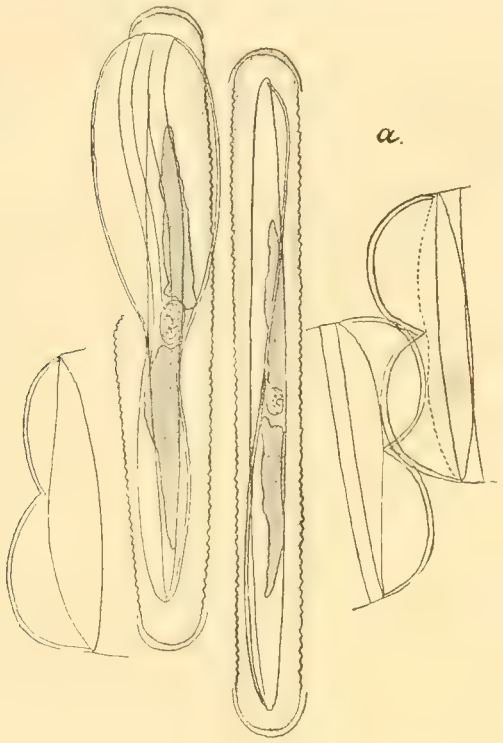


Fig. 209. Auxosporen von *Amphiprora alata*. 500 : 1.

Den Schlüssel für den ganzen Vorgang der Auxosporenbildung und die Ableitung der verschiedenen Typen von einander bieten *Rhabdonema arcuatum* und *Rhabdonema adriaticum* — möglich, dass die bisher unbekannten Entwickelungen anderer *Tabellarieen* noch weitere Räthsel lösen werden. Jedenfalls berechtigen die Beobachtungen dazu, in den *Tabellarieen* die dem gemeinsamen Ursprunge der Grund- und Planktondiatomeen nächst stehende Gruppe der jetzt lebenden Formen zu sehen.

Zum Schlusse dieses Abschnittes mag hier eine kurze Uebersicht über alle bisher annähernd genügend beobachteten Fälle von Auxosporenbildung gegeben werden, unberücksichtigt blieben jedoch diejenigen, bei welchen nicht wenigstens der Typus des Vorganges bekannt geworden ist.

Typus I zwei Auxosporen aus einer Mutterzelle.

Rhabdonema arcuatum.

Synedra affinis.

Uebergang zu Typus II *Achnanthes subsessilis.*

Typus II zwei Auxosporen durch paarweise Copulation der gerade gebildeten vier Tochterzellen zweier Mutterzellen.

Achnanthes longipes, Achnanthes brevipes.

Rhoicosphenia curvata.

Navicula directa, Navicula subtilis, Navicula viridula-rostellata, Navicula scopulorum, Navicula crucigera, Navicula ramosissima, Navicula pygmaea, Navicula didyma.

Pleurosigma Nubecula.

Amphiprora alata (Fig. 209)[2]).

Brebissonia Boeckii.

Epithemia turgida var. *Westermanni, Epithemia Argus*[3]), *Epithemia Sorex*[3]), *Epithemia Zebra*[3]).

Rhopalodia gibba, Rhopalodia gibberula, Rhopalodia ventricosa[3]).

Cymbella spec.[4]).

Amphora cymbelloïdes, Amphora veneta, Amphora coffeaeformis, Amphora ovalis[4]).

Auricula hyalina[2]).

Nitzschia hybrida.

Nitzschia longissima.

Typus II mit rückgebildeter Sexualität, *Navicula constricta* und vielleicht *Navicula (Frustulia) saxonica* nach Pfitzer.

Typus III eine Auxospore durch Copulation von zwei Mutterzellen.

Cocconeis Pediculus.

---

[1]) G. Karsten. Diatomeen III. 219.

[2]) Da diese Formen theils zum ersten Mal beobachtet sind, und ihre bisherige Nichtbeachtung in G. Karsten V. hervorgehoben war, theils aber von Vertretern derselben Gattung abweichen, sind die betreffenden Figuren hier wiederholt. [*Pleurosigma* cf. pg. 186. *Auricula* cf. pg. 187].

[3]) citirt nach Klebahn. *Rhopalodia* l. c. 604.

[4]) nach P. T. Cleve Naviculoïd diatoms I. 156.

Eunotia pectinalis Rabenh.[1]).
Cymatopleura Solea nach Pfitzer.
Surirella splendida, Surirella calcarata nach Pfitzer.
Auricula minuta nach Cleve.
Typus IV. eine Auxospore durch einen unterdrückten Teilungsvorgang aus einer Mutterzelle.
Rhabdonema adriaticum — Uebergang zu Typus I. *Melosira varians, Melosira Borreri, Melosira undulata*[2]), *Melosira arenaria*[3]), *Melosira crenulata*[3]), *Melosira orichalcea*[3]), *Melosira Roeseana*[3]). *Melosira subflexilis*[3]).
Podosira Montagnei[4]), *Podosira hormoides*[4]).
Lysigonium Juergensii[3]).
Melosira (Gallionella) nummuloides, Gallionella salina[3]).
Coscinodiscus exentricus[3]).
Coscinodiscus radiatus.
Cyclotella Kützingiana[3]).
Cyclotella compta[10]).
Thalassiosira gravida[5]).
Scoletonema costatum[6]).
Ditylium Brightwellii (Fig. 210).
Rhizosolenia alata[7]), *Rhizosolenia Bergonii*[6]).
Chaetoceros spec[8]).
Cerataulus levis[3]).
Terpsinoë musica[9]).
Nitzschia palea[10]), *Nitzschia paradoxa.*

Fig. 210. Auxosporenbildung von *Ditylium Brightwellii.* 325 : 1.

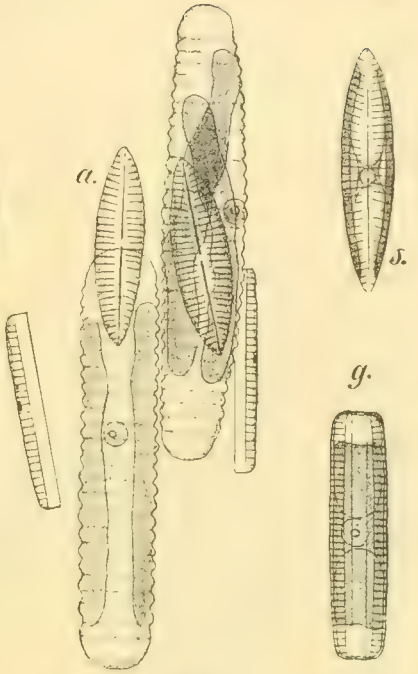


Fig. 211. Auxosporen von *Navicula subtilis.* 1000 : 1.

b. Bau der Auxosporen.

Jede fertig ausgebildete Auxospore stellt eine cylindrische, langgestreckte Zelle dar. Die cylinderförmige Wandung, das Perizonium, besteht aus einem einheitlichen Stücke mit Kieselsäure durchsetzter Cellulose-Membran.

Die Kieselsäure-Einlagerung ist wohl immer weniger stark als in den gewöhnlichen Diatomeenzellen, da das Perizonium leicht allerlei Färbemittel in sich aufnimmt, was an der Diatomeenschale nicht zu beobachten ist. Meist ist das Perizonium gewellt, doch kamen auch Auxosporen mit glatter Wandung zur Beobachtung. Fig. 211 zeigt derartig gewellte

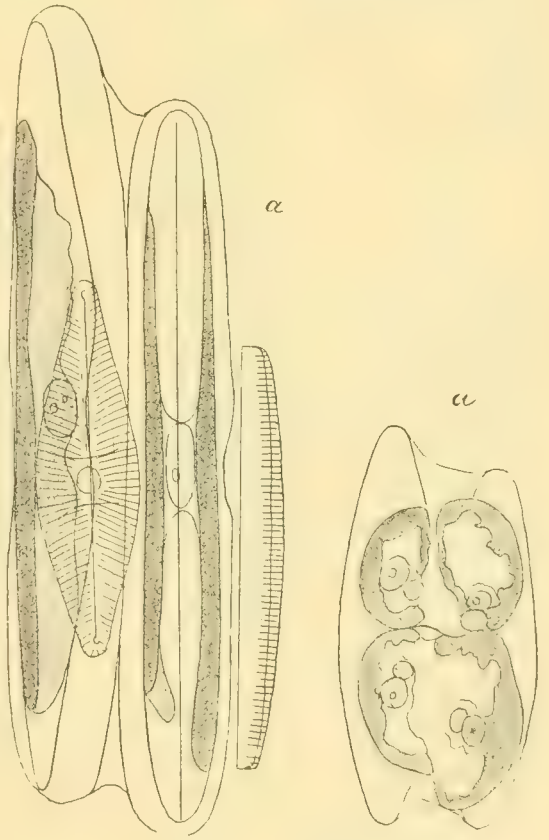


Fig. 212. Auxosporen von *Navicula viridula* Ktzg. var. *rostellata* Ktzg. 1000 : 1.

[1]) nach W. Smith. Synopsis II. D. 280.
[2]) O. Müller IX.
[3]) nach Klebahn IV.
[4]) nach W. Smith. Synopsis XLIX.
[5]) nach Gran l. c.
[6]) nach Schütt V.
[7]) nach Schütt I.
[8]) nach Schütt III.
[9]) O. Müller VIII.
[10]) P. Miquel. I.

Perizonien von *Navicula subtilis*, Fig. 212 dagegen solche von *Navicula viridula* mit glatter Wandoberfläche. Die Bedeutung der gewellten Wände ist leicht verständlich, wenn man an die Verwendung unseres Wellbleches denkt, das immer dort angewandt zu werden pflegt, wo gewöhnliches flaches Blech nicht genügende Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Inanspruchnahme besitzen würde. So können die gewellten Wände sehr dünn und mit geringem Materialaufwande gebaut werden, ohne es an der erforderlichen Festigkeit gegen äusseren Druck fehlen zu lassen.

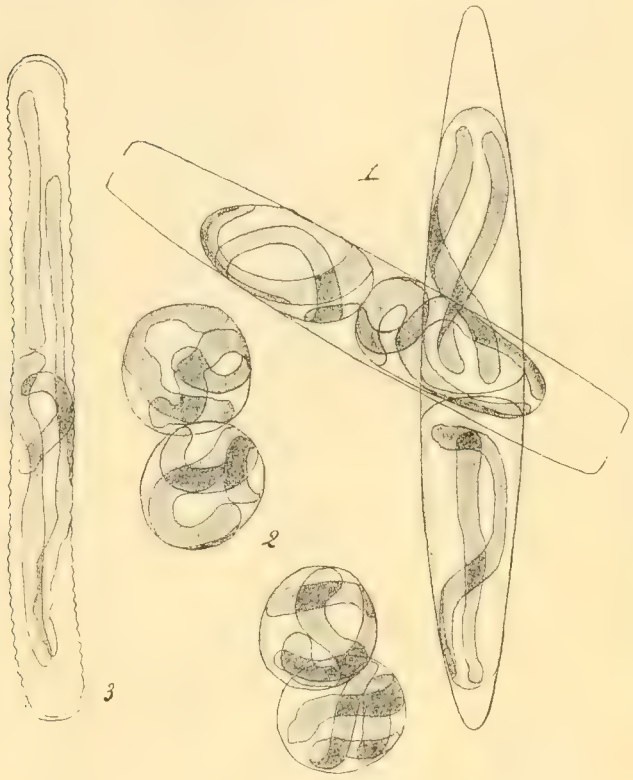


Fig. 213. Auxosporenbildung von *Pleurosigma Nubecula*. 1 u. 2. 470 l. 3. 320 l.

Bisweilen ist die Form der Wandung schwer genau zu erkennen, da sie sehr durchsichtig ist und ausserdem von Gallerte mehr oder weniger dicht umlagert wird. So habe ich das Perizonium von *Brebissonia Boeckii* immer mit glatter Wandung gezeichnet und beschrieben, bis mir kürzlich bei Anwendung eines intensiv färbenden Tinctionsmittels die Wellung deutlich vorgeführt wurde. Die neugebildeten, innen angelagerten, langen und geradlinigen Schalen machen die Erkennung dieser Verhältnisse hier besonders schwierig, während die jungen Auxosporen noch von den Mutterschalen so fest umschlossen sind, dass auch an ihnen ein deutlicher Einblick nur schwer zu gewinnen ist.

Das Wachthum der jungen Auxosporen ist, soweit ich beobachten konnte[1]), auf die beiden Zellenden beschränkt, hier ist das Perizonium weich und biegungsfähig, während es gegen die Mitte zu härter und brüchig erscheint. Die Streckung ist meist in relativ kurzer Zeit beendet, worauf das ganze Perizonium gleichmässig hart wird.

Der plasmatische Inhalt hat immer eine mehr oder weniger unregelmässige Lagerung, die sich am meisten dort bemerkbar macht, wo nur eine geringe Zahl von Chromatophoren vorhanden ist. Eine mediane, den Zellraum durchsetzende Plasmamasse wurde nicht aufgefunden; die ihrer Vereinigung entgegengehenden beiden (Gross-) Kerne schienen vielmehr dem mehr oder weniger dicken plasmatischen Wandbelag eingelagert zu sein. Die Zahl der Chromatophoren ist in den nach Typus II. entstandenen Auxosporen natürlich zunächst stets doppelt so gross, als die einer normalen Zelle der betreffenden Species zukommende. Sie wird durch Verschmelzung oder Untergang auf die normale Zahl gemindert. Nur bei *Pleurosigma Nubecula* ist die normale Vierzahl von Anfang an vorhanden, da ja bei der Zelltheilung keine Chromatophorenzerlegung eintritt. (Fig. 213.)

Bei *Achnanthes subsessilis* ist bald eine vorherige Zerlegung der beiden Chromatophoren zu beobachten, bald unterbleibt sie, und die Auxospore führt dann nur zwei Chromatophoren.

Die Form der Auxosporenzelle ist vielfach schon durch diejenige der betreffenden Diatomeenzelle beeinflusst. Bei völlig symmetrischem Baue der Species ist ein Cylinder, der höchstens an den Enden etwas verjüngt ist, die Regel. Bei den *Naviculae rotundae*, deren Schalen viel breiter zu sein pflegen, als die Gürtelseiten, scheint eine der Form der Zelle entsprechende Abplattung des Cylinders vorhanden zu sein, wie Fig. 214 an *Navicula pygmaea* zeigt. Viel auffallender ist aber eine Hinneigung von *Auricula*, *Amphora*, *Epithemia*, *Achnanthes* etc. zu einer zygomorphen Ausbildung bereits ihrer Auxosporenzellen. Diese Thatsache ist unverkennbar in der Fig. 215, welche die Auxosporen von *Auricula hyalina* veranschaulicht, und sie tritt ebenso hervor bei Betrachtung von Fig. 216, die sich auf *Amphora coffeaeformis* bezieht. Sollte nicht auch hier wieder ein aussichtsvolles Feld für künftige experimentelle Behandlung der Frage sich bieten, welche

[1]) G. Karsten. Diatomeen I. l. c. 295.

Faktoren es sind, die nackte Plasmakugeln im einen Falle in eine radiäre, im andern in eine zygomorphe Gestaltung hineinzwängen?

Alle Beobachtungen stimmen darin überein, dass bei Bildung der Erstlingsschalen innerhalb des ausgewachsenen Perizonium, das Zellplasma zunächst von einer Wand zurücktritt, um eine Schale an der freigelegten Oberfläche auszuscheiden, dann erst von der gegenüberliegenden, worauf auch hier die Schalenbildung erfolgt. Ob erst die umschlossene oder erst die umschliessende Schale gebildet wird, ist nicht genügend sicher für die verschiedenen Arten beobachtet; Pfitzer[1]) giebt an, dass die umschliessende äussere Schale die ältere sei (bei *Navicula ambigua*), und dies Verhalten ist ja auch schon deshalb das wahrscheinlichere, weil im anderen Falle die Bildung des übergreifenden Randes der umschliessenden Schale ohne direkte Anlehnung an das Plasma erfolgen müsste. Die Analogie der Vorgänge bei der Zelltheilung würde zwar an und für sich schon die umfassende Schale als ältere, erstgebildete vermuthen lassen, für völlig beweisend möchte ich diesen analogen Vorgang allein unter den veränderten Verhältnissen doch kaum erachten.

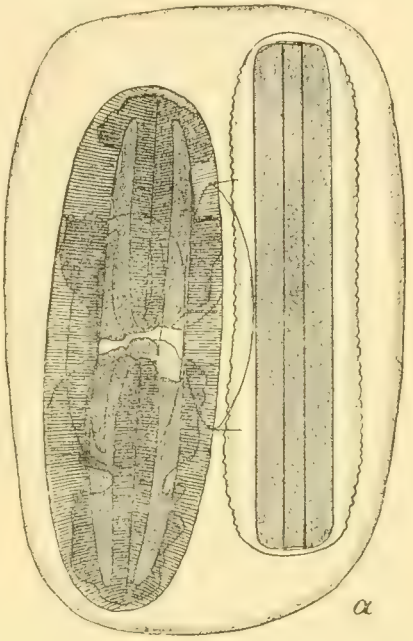


Fig. 214. Auxosporen von *Navicula pygmaea*. 1000 : 1.

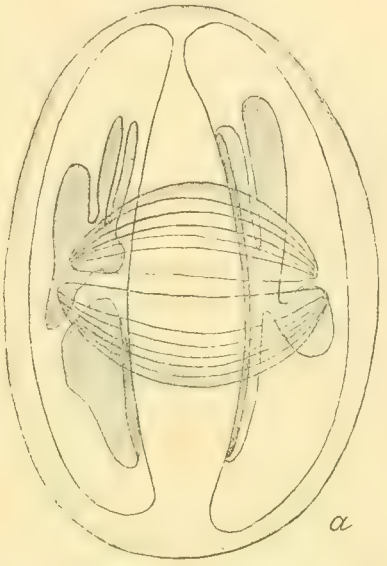


Fig. 215. Auxosporen von *Auricula hyalina*. 1000 : 1.

Seit langer Zeit ist bekannt, dass die im Perizonium frei gebildeten Erstlingsschalen meist andere Form und Struktur zeigen, als die später bei Zelltheilungen Rücken an Rücken entstehenden. Zum Theil sind es Differenzen in der Zahl und Anordnung der Perlreihen etc., welche darauf hinweisen, dass darin allein keineswegs die wesentlichen Speciescharaktere gesucht werden dürfen, zum Theil sind es Abweichungen anderer Art, deren einige hier erwähnt werden sollen.

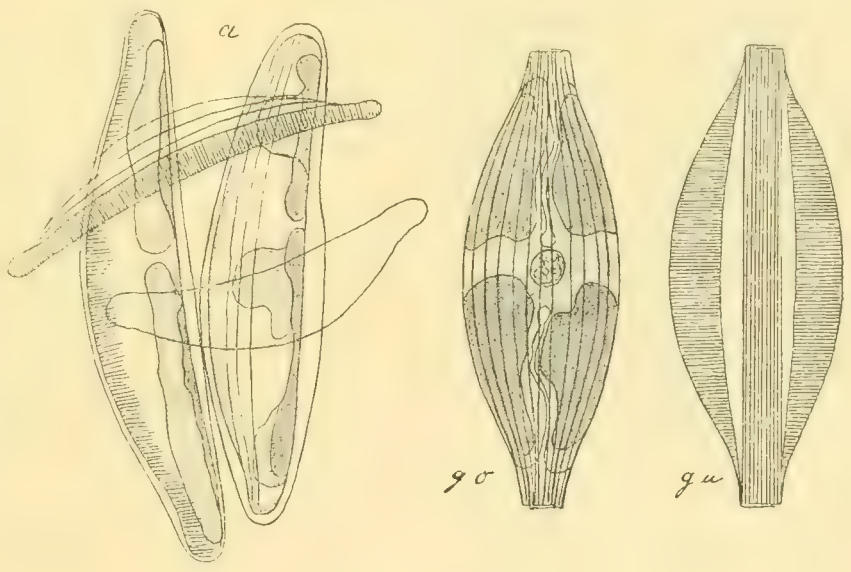


Fig. 216. Auxosporen von *Amphora coffeaeformis*. 1000 : 1.

So bleiben die Erstlingsschalen von *Melosira undulata* stets durch die über ihre Schalen gestülpten kleineren Schalen der Mutterzelle kenntlich, welche durch die eigenartige Form ihrer Wände verhindert sind, sich von den neu gebildeten Tochterschalen frei zu machen[2]).

[1]) E. Pfitzer. Bau und Entwicklung. l. c. 62.
[2]) O. Müller. Bacillariaceen aus Java. l. c. 327.

Melosira nummuloïdes führt an ihren Erstlingsschalen niemals die flügelartigen Kreisränder, welche ihre später gebildeten Schalen zu kennzeichnen pflegen[1]).

Bei *Rhizosolenia alata* fehlt den Erstlingsschalen die „Scheide", welche den bei der Theilung entstehenden beiden jungen Schalen als „Verzapfungsmittel" dient[2]). Ebenso müssen den relativ stark gebogenen Erstlingsschalen von *Thalassiosira* die Kieselstäbe fehlen, welche die späteren, Rücken an Rücken entstandenen Schalen zu Reihen an einander geordnet erhalten[3]). Beispiele der Art liessen sich leicht häufen.

Endlich ist noch die Art und Weise zu besprechen, in der eine Oeffnung der, wie erwähnt, rings geschlossenen cylindrischen Auxosporenzellen zu Stande kommt. Bei den unbeweglichen Zellen der *Centricae*, der *Fragilarieen* und *Tabellarieen* kann es sich nur um eine gewaltsame Sprengung der Perizonien durch die heranwachsenden darin ausgebildeten Diatomeenzellen handeln. Es sind meines Wissens auch niemals Thatsachen beobachtet, welche auf eine anderweitige Oeffnung dieser Auxosporen Bezug haben könnten.

Anders bei den beweglichen Formen. Hier sind schon vielen Beobachtern eigenartige kappenförmige Bildungen aufgefallen, welche die Zellenden in vielen Fällen krönen. Sie treten bei allen Gruppen gleichmässig auf und finden in Fig. 217—219 eine Illustration für Vertreter der *Naviculeen*, der *Cymbelleen* und der *Nitzschieen*.

Die Kappen sind nicht von Anfang an vorhanden, bilden sich aber sehr bald an den völlig ausgewachsenen Auxosporen.

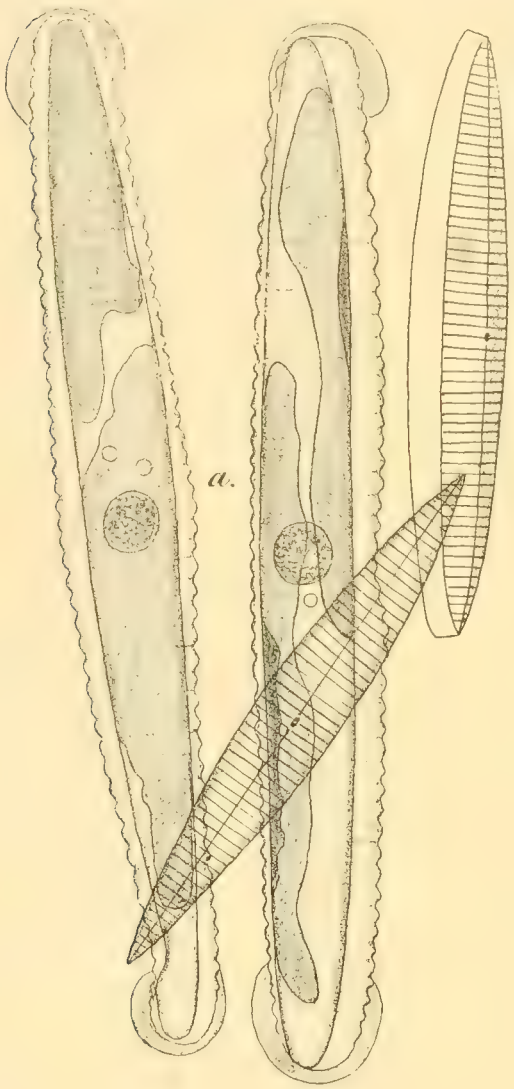


Fig. 217. Auxosporen von *Navicula directa*. 1000 : 1.

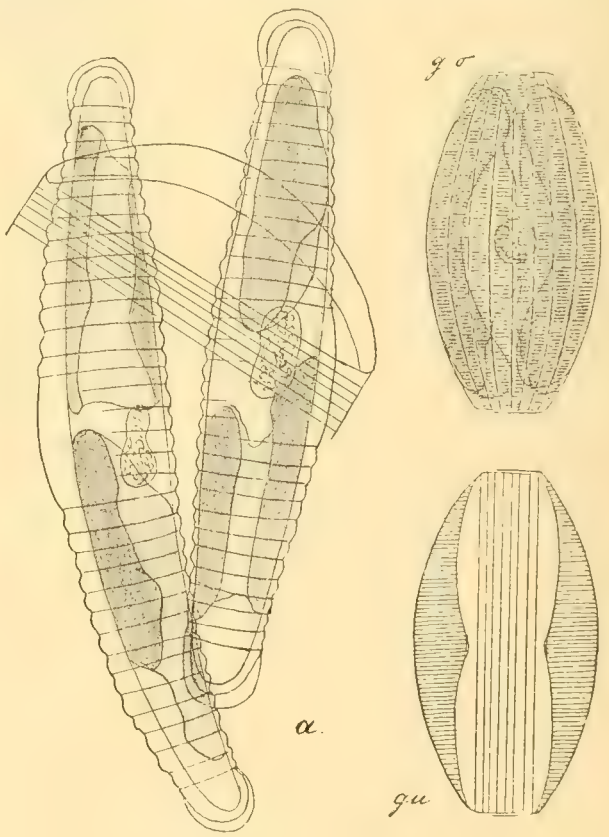


Fig. 218. Auxosporen von *Amphora veneta*. 1000 : 1.

[1]) G. Karsten. Diatomeen III. l. c. 213.
[2]) Fr. Schütt. *Rhizololenia alata* l. c. 11.
[3]) H. H. Gran. l. c. Tab. IV. 57. 58.

Das Perizonium geht an diesen engumschriebenen Stellen in Vergallertung über, wie die zunehmende Speicherung entsprechender Farbstoffe (Methylenblau, Jodgrün etc.) beweist. Man bemerkt gelegentlich, dass die in ihrem engen Käfig hin und her gleitende Zelle bald am einen bald am anderen Ende gegenstösst, aber immer noch Widerstand findet, bis schliesslich die Verquellung so weit gediehen ist, dass die bewegliche Zelle ohne Hindernisse zu finden, ihr Gehäuse verlassen kann.

c. Beeinflussung der Auxosporenbildung durch äussere Verhältnisse.

Ueberblickt man das vorliegende Beobachtungsmaterial über die Auxosporenbildung, so leidet es vielfach an dem grossen Mangel, dass Zeit und Ort nur eine recht ungenügende Erwähnung finden. Diesen Mangel zeigen auch die in fast jeder anderen Hinsicht sonstige gleichzeitige und spätere Beobachtungen weit überragenden Angaben von J. E. Lüders. Bei Pfitzer[1]) findet sich freilich eine Zusammenstellung, welche die Vertheilung der bis dahin beobachteten Fälle auf die verschiedenen Monate veranschaulicht, doch ist das Beobachtungsmaterial recht ungenügend. Immerhin ergiebt sich schon aus seinen Angaben, dass die Auxosporenbildung von keiner Jahreszeit ganz ausgeschlossen ist.

Für unsere Zwecke wird es nun nothwendig sein, die Typen I und IV von II und III zu trennen, da bei den letzteren die Sexualität mit hineinspielt und die ganze Frage dadurch ein anderes Aussehen gewinnt. —

Die asexuelle Auxosporenbildung liefert bereits ziemlich reichliches Material, dessen wesentliche Thatsachen hier nicht umgangen werden können.

Melosira Borreri hat ihre Hauptvegetationszeit im Herbst und Winter[2]); Auxosporen fand ich im November und Dezember, W. Smith[3]) im März.

Melosira nummuloïdes[4]) vegetirt hier das ganze Jahr hindurch, und es lassen sich stets leicht Auxosporen der Art erhalten.

Melosira varians scheint sich ähnlich zu verhalten, da bereits von Pfitzer[5]) Auxosporen-Beobachtungen vom Juli—Oktober erwähnt werden.

Sceletonema hat ihre Hauptvegetation im Hochsommer, sie tritt im einen Jahre früher, im anderen später auf. Juli—Oktober ist sie wohl ohne Ausnahme zu finden. Die Auxosporenbildung fällt in den August bis September, soweit ich beobachten konnte. Schütt[6]), der den Vorgang beschrieben hat, giebt keine Jahreszeit an, auch gelang es mir trotz ausdrücklicher Bitte nicht, eine kurze Mittheilung darüber zu erhalten.

[1]) E. Pfitzer. Bau und Entwicklung. l. c. 163.
[2]) G. Karsten. Diatomeen III. l. c. 209.
[3]) W. Smith. Synopsis II. XI.
[4]) G. Karsten. Diatomeen III. l. c. 213.
[5]) E. Pfitzer. Bau und Entwicklung. l. c. 163.
[6]) Fr. Schütt. Wechselbeziehungen etc. l. c. 568.

Fig. 219.
Auxosporenbildung von *Nitzschia longissima*. 325 1

Coscinodiscus radiatus tritt im Februar—März[1]) reichlich in der westlichen Ostsee auf, scheint aber niemals ganz zu fehlen; Auxosporen fand ich im März. — *Chaetoceros*-Arten sind während des Winters und Frühjahrs in ungezählten Mengen zu finden.[2]) Ihre Wucherungsperiode liegt im Februar—März; die Auxosporenbildung[3]) fällt in den „Winter". *Rhizosolenien* sind nach Hensen's Angaben[4]) das ganze Jahr hindurch zahlreich. *Rhizosolenia alata* wurde im Februar—August in stets sehr erheblicher Menge gefunden, *Rhizosolenia semispina* weist eine Wucherungsperiode im Februar—März, *Rhizosolenia setigera* im November—Dezember auf. Die Auxosporen dieser letztgenannten Art fand Hensen im Februar am reichlichsten, von *Rhizosolenia alata* im August.

Ditylium Brightwellii ist nach Hensen[5]) im November in der grössten Zahl vertreten. Die Auxosporenbildung wurde ebenfalls im November beobachtet.

Für *Rhabdonema arcuatum* giebt W. Smith[6]) als Zeit der Auxosporenbildung November und März an. Ich kann nicht übersehen, für welche Meeresküste diese Zeitbestimmung gelten soll. Hier in der Ostsee beginnt eine sehr starke Zellvermehrung mit Zunahme des Lichtes trotz der niedrigen Wassertemperatur im April bis Mai, und im Juni sucht man nicht leicht vergeblich nach Auxosporen. Im Herbste dagegen habe ich keine gefunden. *Rhabdonema adriaticum* war im August, nach offenbar starker Zellvermehrung, an dem einen genannten Standorte fast in jedem Faden mit der Bildung von Auxosporen beschäftigt.

Bei *Synedra* fällt die Auxosporenbeobachtung ebenfalls in den Sommer, Ende Juni—Anfang Juli.

Diese Zusammenstellung mag genügen. Es zeigt sich, dass die Auxosporenbildung stets in die Zeit der Hauptentwickelung fällt, bald mehr im Anfange derselben liegt, bald ganz ans Ende gerückt erscheint. Eine direkte Rückwirkung dieses Vorganges auf das Anwachsen oder die Abnahme der Vermehrung kann also bisher in keiner Weise festgestellt werden. Es ist eine Entwickelungsphase, welche nach einer bestimmten Anzahl von Zelltheilungen mit Naturnothwendigkeit eintreten muss, auf die Vermehrungsenergie jedoch keinen oder doch keinen ins Auge fallenden Einfluss zu besitzen scheint. Inwieweit äussere Einflüsse wie Wärme, Licht etc. dabei mitwirken, lässt sich aus den Angaben nicht entnehmen.

Bezüglich der sexuellen Auxosporenentwickelung sind wir fast ausschliesslich auf Angaben über Typus II angewiesen. Ich kann zunächst ganz allgemein feststellen, dass fast in allen Fällen eine sich vegetativ gut entwickelnde Kultur früher oder später in Auxosporenbildung überging, wenn erst eine grosse Individuenvermehrung voraufgegangen war. In einer Kultur konnten gleichzeitig mehrere Diatomeenformen Auxosporen entwickeln, wenn sonst die Verhältnisse günstig waren. So fanden sich in Schlickkulturen gleichzeitig *Pleurosigma Nubecula*, *Navicula pygmaea*, *Navicula didyma*, *Amphiprora alata*, *Nitzschia paradoxa* und *Nitzschia longissima* in Auxosporenbildung, wenn auch 1. oder 2. Formen in jedem Gefäss zu überwiegen pflegten. Nicht gelungen ist mir die Hervorrufung des Vorganges trotz voraufgehender reichlicher Individuenvermehrung bei *Surirella fastuosa* und *Surirella Gemma*, bei *Amphora decussata* und *Amphora Teta*, endlich bei *Auricula punctata*.

Unter „günstigen Verhältnissen" soll hier vor allem verstanden sein:

Genügende Beleuchtung, jedoch kein oder nur geringfügiger und für Erwärmung der Kulturen unschädlicher Sonnenschein.

Geeignete Temperatur, deren Höhe für jede Form wechselt, für die im Frühjahr überwiegenden *Schizonemen* z. B. relativ niedrig ist, während die eigentlichen Hochsommerformen, wie *Achnanthes*-Arten, *Brebissonia*, *Nitzschia longissima*, *Navicula didyma*, *Pleurosigma Nubecula*, *Amphiprora alata* zwischen 18 und 25 ° am besten kopuliren. Ja, wie ich früher schon zeigen konnte,[7]) wird eine unverkennbar vorhandene Neigung zur Kopulation durch erheblichere Abkühlung [von ca. 20—22 ° auf etwa 15—18 °] wieder zurückgedrängt. Hieraus geht auch hervor, dass die Vermeidung der direkten Besonnung weniger der stärkeren Erwärmung als der daraus folgenden erheblichen Temperaturschwankungen wegen vermieden werden muss.

Als dritten wesentlichen Faktor glaube ich geeignete Ernährung nennen zu sollen.

[1]) V. Hensen. Plankton. l. c. 86.
[2]) V. Hensen. Plankton. l. c. 82.
[3]) Fr. Schütt. III. l. c. 362. Monatsangabe fehlt.
[4]) V. Hensen. Plankton. l. c. 83—85.
[5]) V. Hensen. Plankton. l. c. 89.
[6]) W. Smith. Synopsis II. introduction XI.
[7]) G. Karsten. Diatomeen II. l. c. 45.

In meinen ersten Mittheilungen[1]) über die Diatomeenkultur legte ich grosses Gewicht auf häufige Erneuerung des Kulturwassers. Es war das eine aus meinen Beobachtungen gezogene Folgerung. Ich operirte damals theils mit dem von Brückenpfählen etc. abgekratzten Rasen von Diatomeen und Bryozoën, theils mit den auf flachem Sandboden zugleich mit dem Sande eingesammelten Diatomeen. Im ersteren Falle waren die dichten Rasen mit zahlreichen thierischen Bewohnern versehen, welche alsbald zu Grunde gingen, und schon deswegen war eine Erneuerung des Wassers unbedingt geboten; im zweiten Falle kam stets ein baldiger Stillstand der Kulturen zu Stande, den ich jetzt geneigt bin, auf zu geringe Menge von Nährsalzen in dem sterilen Quarzsande zurückzuführen. Ganz neue Erfahrungen machte ich, als ich begann, den Schlickgrund zur Kulturbereitung zu benutzen. Die Erneuerung des Wassers verbot sich hier von selber, da sonst der ganze Boden aufgerührt worden wäre, und doch ging unter sonst gleichen Bedingungen auf Schlick die Vermehrung der Individuen und die Auxosporenbildung munter fort. Ich besitze jetzt, Mitte Dezember, noch Kulturen aus dem August, welche einen ausserordentlichen Reichthum an Arten und Individuen aufweisen, ohne dass jemals, oder [in bestimmten Fällen zu besonderem Zwecke] mehr als einmal in den fünf Monaten das Wasser ersetzt worden wäre.

Es ist mir nicht möglich, aus diesem grundverschiedenen Verhalten auf Sandboden und auf Schlick unter sonst gleichen Bedingungen einen anderen Schluss zu ziehen als den, dass im Schlick erheblich grössere Mengen für den Aufbau lebender Diatomeenzellen geeigneten Materiales vorhanden sind, als im Quarzsand, der, vom Meeresboden flach abgehoben, sehr rein ausgewaschen gewesen sein wird. Ob nicht vielleicht überhaupt noch eine weitere ernährungs-physiologische Frage in dem vorzugsweisen Vorkommen der Diatomeen auf in Zersetzung begriffenem Schlick — in extremen Fällen sogar in der *Beggiatoa*-Vegetation — verborgen liegt, — das zu entscheiden muss weiteren Untersuchungen überlassen bleiben. —

Nach diesen vorauszuschickenden allgemeinen Angaben mag noch der Verlauf der Auxosporenbildung an den *Brebissonia*-Rasen geschildert werden, welche fast in Reinkulturen in grossem Maassstabe auf den *Zostera*-Blättern von der Swentinemündung bis an die Pulverschuppen zu finden sind. Das erste Auftreten dieser Kolonien bemerkte ich im März. Die Individuen waren wenig zahlreich und sassen auf ihren Gallertstielen vereinzelt hie und da den *Zostera*-Blättern auf. Die Individuenvermehrung geht rasch weiter, mit den sich mehr und mehr verlängernden *Zostera*-Blättern wächst die zur Besiedlung günstige Fläche, schliesslich zeigen sich die flach auf dem Wasser schwimmenden Blattenden als gesuchtester Ansiedlungsort, mit zunehmender Entfernung von der Wasseroberfläche nimmt die Dichte der Besiedlung ab. Diese Blattenden in Länge von 20—30 cm sind aber durchaus bedeckt mit den verzweigten Gallertstielen der *Brebissonia Boeckii*, und auf jeder freien Stielendung sitzen ein, oder nach gerade vollendeter Theilung, zwei Individuen. Wie ein dichter, dunkelbrauner Sammetstreif sieht jedes dieser Blätter aus.

In den Jahren 1896 und 1897 war der Verlauf nun derartig, dass nach einer dreiwöchentlichen Periode anhaltend warmer, klarer Sommertage Ende Juni auf allen Blättern gleichzeitig Auxosporenbildung eintrat; diese verlief in der bereits bekannten Weise sehr rasch und war nach Ablauf von acht Tagen in beiden Jahren genau gleichzeitig beendet. Da die Gallertstiele nach Eintritt der Auxosporenbildung nicht mehr von ihren zugehörigen Zellen benutzt und erneuert werden, so gehen sie schnell zu Grunde. Die Folge war, dass am 7. Juli in beiden Jahren die bisher von braunem Diatomeenrasen überzogenen Blätter völlig rein gewaschen und in frischer grüner Farbe auf dem Wasser schwammen. Von den *Brebissonia*-Massen war nichts mehr zu sehen.

Leider habe ich den Meeresboden der Uferstellen an diesen Tagen nicht untersucht, kann also nicht angeben, ob etwa reichliche Mengen der gebildeten Auxosporen auf den Grund gesunken waren. Für wahrscheinlich halte ich diese Möglichkeit freilich nicht, denn es konnte einige Zeit darnach auch nicht die geringste Spur von *Brebissonia* weder am Boden noch auf den unteren Theilen der *Zostera*-Pflanzen entdeckt werden. Vermuthlich ist die grösste Menge fortgeschwemmt worden, da durch zahlreiche in der Gallertmasse festgehaltene Luftblasen der ganze Blattbezug, mit Auxosporenzellen etc. darin, schwimmfähig gemacht sein dürfte.

Im Jahre 1898 wollte ich diese Beobachtungen ergänzen. Doch war der Verlauf der Witterung erheblich abweichend. Die Wärme im Mai und Juni blieb fast ganz aus, das Wasser blieb kalt. Trotzdem waren die

[1]) G. Karsten. Diatomeen I. 287.

Zostera-Blätter Ende Juni mit *Brebissonia* dicht bedeckt. Die Untersuchung zeigte aber, ungeachtet einzelner zur Auxosporenbildung schreitender Zellen, keine Uebereinstimmung darin; die Auxosporenanfänge blieben vereinzelt in den überwiegend vegetativen Rasen. Die aus bereits entwickelten Auxosporen neu hervorgehenden Zellen siedelten sich unter den anderen noch nicht „vergrösserten" an; kurz, die erwartete grosse Reinigungsperiode der *Zostera*-Blätter trat nicht ein. So verlief die Sache bis gegen Ende Juli, und darauf gab ich die weitere regelmässige Beobachtung auf.

Diese verschiedenen Erfahrungen über den Verlauf der Auxosporenbildung sind sehr lehrreich für die Beurtheilung der Beeinflussung des Vorganges durch äussere Faktoren. Wir erkennen daraus, wie eine anormal geringe Wärme unter sonst nicht erheblich veränderten Bedingungen die Auxosporenbildung hintanzuhalten vermag, während die vegetative Entwickelung nicht erheblich dadurch beeinflusst zu sein schien. Dem Interesse der Verbreitung von *Brebissonia* dürfte die zweite Form des Vorganges besser dienen als die erste, welche durch zufälliges Zusammentreffen verschiedener Umstände ein völliges Verschwinden der Species für den Rest des Jahres bewirkt.

Aus dieser Gegenüberstellung der Resultate, welche bei Beobachtungen der asexuellen und der sexuellen Auxosporenbildung erlangt sind, geht bereits ohne weiteres hervor, dass der Vorgang in den beiden verschiedenen Formen nicht durch einheitliche Bedingungen auslösbar erscheint.

Eine nähere Einsicht in die im einen oder im anderen Falle Ausschlag gebenden Faktoren lässt sich vielleicht noch durch weitere Vergleichung gewinnen. Bereits Pfitzer sucht den Nachweis zu führen, „dass immer die kleinsten Exemplare zur Entwickelung von Auxosporen schreiten".[1]) Es interessirt uns hier besonders der Theil seines Befundes, welcher sich mit der Berechnung von W. Smith's Angaben über die Grössenverhältnisse beschäftigt:[2]) „Während von den in der Synopsis beschriebenen 247 frei oder in Gallertröhren lebenden und gestielten Arten nur 10 zwischen a und 4 a, 4 zwischen a und 4,5 a variiren, finden wir unter den 72 fadenbildenden Formen des zweiten Bandes

8 variirend zwischen a und 4 a,
9 „ „ a „ 5 a,
13 „ „ a „ 6 a bis 10,5 a,

so dass unter den ersten drei Kategorien nur 5,7 %, unter der letzteren aber 30 von 72, d. h. 41,9 % die Variation von höchstens a : 3 a überschreiten. Eine Erklärung dafür, dass gerade diese letzteren Arten einmal einen so hohen Procentsatz abweichender Formen, und zweitens auch die absolut grössten Variationen, bis a : 10,5 a, zeigen, sind wir zur Zeit nicht zu geben im Stande."

Betrachtet man nun diese von Pfitzer namentlich aufgeführten Species, so sieht man, dass weitaus die Mehrzahl den *Centricae* oder denjenigen *Pennatae* angehört, welche asexuelle Auxosporenbildung besitzen. Von Formen mit sexueller Auxosporenbildung sind nur *Achnanthes* [und *Himantidium*] genannt.

Von neueren Angaben über Grössenverhältnisse der Mutterzellen und der Auxosporen können folgende hier Verwendung finden: Schütt[3]) giebt bei *Rhizosolenia alata* für die Mutterzellen 2,8—3,9 μ, für die Auxosporen 8,5—10,5 μ an. O. Müller[4]) fand für *Melosira undulata* Mutterzellen von 27—31 μ Auxosporen von 58—73 μ bilden, in beiden Fällen waren die Verhältnisse von Mutterzellen und Auxosporen durchaus nicht immer proportional.

Dagegen stimmen die Beobachtungen von Klebahn[5]) für *Rhopalodia gibba* (60—136 μ : 205—257 μ), und von mir[6]) für *Navicula crucigera* (91—180 μ : 204 μ) und *Nitzschia longissima* (216—347 μ : 616 μ, kleinste gesehene Zellen 128 μ) darin überein, dass bei der sexuellen Auxosporenbildung die zusammentretenden Mutterzellen ganz ausserordentlich an Grösse variiren, oder, wie Klebahn die Beobachtung formulirt: „Das Eintreten der Auxosporenbildung ist daher bei *Rhopalodia gibba* nicht an die Erreichung eines gewissen Minimalmaasses der Zellen gebunden, sondern in ziemlich weiten Grenzen davon unabhängig."

[1]) E. Pfitzer. Bau und Entwicklung. l. c. 155.
[2]) l. c. 158 159
[3]) Fr. Schütt. *Rhizosolenia*. 1886. l. c. 13.
[4]) O. Müller. Bacillariaceen aus Java. l. c. 326.
[5]) H. Klebahn. *Rhopalodia*. l. c. 630.
[6]) G. Karsten. Diatomeen III. l. c. 204 u. 208.

Das Resultat aus all diesen Messungen lässt sich jetzt in folgender Weise ziehen:

Die Bedeutung der Auxosporenbildung für die Diatomeen ist von Pfitzer völlig richtig darin erkannt worden, dass nur auf diese Weise einem Hinabsinken der Zelldimensionen auf immer geringere Werthe vorgebeugt werden kann. Die Schwankungen der Zellgrösse werden dadurch zwischen Grenzen eingeschlossen, welche für verschiedene Arten sehr verschiedene Werthe besitzen, sich nach den bisherigen Erfahrungen wohl zwischen 2 a. und 10,5 a. bewegen, wenn die Mutterzellen die Grösse a. zeigen.

Während nun bei der asexuellen Auxosporenbildung die Mutterzellen regelmässig der unteren Grenze sehr nahe zu kommen scheinen, findet man bei der sexuellen Form dieses Vorganges (Typus II.) Mutterzellen, welche alle möglichen Dimensionen besitzen, oft der oberen Grenze näher stehen als der unteren. Daraus ergiebt sich, dass für die erstere Form der Auxosporenbildung die Veranlassung in der Regel wesentlich auf die vorausgegangene Verkleinerung der Zellen wird zurückgeführt werden können, wozu noch günstige äussere Wachsthumsbedingungen (in Kulturen bei *Melosira nummuloïdes* z. B. Erneuerung des Wassers[1]) hinzutreten müssen. Die sexuelle Auxosporenbildung dagegen scheint kaum jemals oder jedenfalls nur äusserst selten durch den Zwang der übermässigen Zellverkleinerung veranlasst zu werden. Es sind hier vielmehr äussere Faktoren, im wesentlichen Licht, Temperatur und Ernährungsmodificationen, welche die Verbindung zweier Zellen zur Bildung von Auxosporen herbeiführen. Bei weiterer Ausdehnung der hierauf gerichteten Untersuchungen würden die Diatomeen mit sexueller Auxosporenbildung ebenso gute Belege für den Einfluss äusserer Faktoren auf die Sexualität liefern können, wie Klebs solche für *Vaucheria, Hydrodictyon, Conjugaten* u. s. w. uns kennen gelehrt hat. Zur Zeit liegt jedoch noch zu wenig Material vor, als dass weiteres Eingehen auf den Gegenstand gerechtfertigt erscheinen könnte.

Schliesslich kann auch noch umgekehrt gefragt werden, wie die Auxosporenbildung auf die Verbreitung der Species einwirke? Dass die weitere Entwickelung der vergrösserten Generation ohne Störung weitergehen kann, ist aus vielen Beispielen leicht nachzuweisen. Wenn es in anderen Fällen nicht geschieht, sondern eine Pause der vegetativen Entwickelung eintritt, bis erst nach kürzerer oder längerer Zeit die Zellvermehrung wieder aufgenommen wird, so wird man also berechtigt sein, den Grund dafür in äusseren Verhältnissen irgend welcher Art zu suchen, welche einer sofort weitergehenden Vermehrungsthätigkeit hindernd entgegenstanden. —

Die bereits mehrfach erwähnte Arbeit von Miquel[2]) macht einige nachträgliche Bemerkungen zu diesem Kapitel nothwendig, welche ich vorziehe am Schlusse einheitlich zusammenzustellen, anstatt sie überall in die Darstellung einzuflicken.

Es gebührt dem Verfasser das grosse Verdienst, zuerst mit den einwandfreien Methoden der Reinkultur die experimentelle Lösung der Frage in Angriff genommen zu haben. Seine Resultate waren die folgenden: *Melosira nummuloïdes*-Fäden von 12—18 μ wurden in die sterilisirte Kulturlösung gebracht. Nach Ablauf von 40—60 Tagen war die Menge der Fäden ausserordentlich stark vermehrt, und es liess sich die Bildung der Auxosporen direkt unter dem Mikroskop verfolgen. Die Auxosporen — für die Ersetzung dieses gut eingebürgerten Wortes durch Miquel's Megafrustules liegt kein Grund vor — gehen im allgemeinen aus Fäden von ca. 10 μ Durchmesser hervor und besitzen selber einen solchen von 20—22 μ.

Zellen, welche durch die fortgehenden Theilungen auf einen Durchmesser von 8—9 μ gesunken waren, scheinen zur Auxosporenbildung nicht mehr geeignet zu sein. Dagegen beobachtete Miquel, dass die vor kurzem gebildeten Auxosporen-Abkömmlinge von 20—24 μ Durchmesser von neuem Auxosporen bilden konnten, welche einen solchen von 34 μ besassen.

Ich möchte nur darauf hinweisen, dass nach meinen Beobachtungen[3]) die Grösse des Zelldurchmessers hier von 14—30 μ schwankt, dass also die Angaben Miquel's die Grenzen nach oben und unten nur wenig erweitern. Die Erwartung Miquel's, dass eine immer weitergehende Vergrösserung auf dem Wege zu erzielen sei, dass die Auxosporen-Abkömmlinge stets wieder zur Bildung neuer Auxosporen veranlasst werden könnten, scheint mir daher doch eine allzu optimistische zu sein. Immerhin ist die Thatsache der wiederholten Auxosporenbildung neu, ohne — meiner Ansicht nach — einen unlösbaren Widerspruch gegen das Pfitzer'sche Entwickelungsgesetz zu enthalten.

[1]) G. Karsten. Diatomeen III. l. c. 212.
[2]) P. Miquel. Recherches expérimentales etc. pg. 542.
[3]) G. Karsten. Diatomeen III. l. c. 212.

Es ist nämlich für *Melosira nummuloïdes* als einer an beliebigem Substrat mit Hülfe der auch von Miquel erwähnten Gallertpolster ihrer Discen festsitzenden Form sehr wesentlich, diesen Stützpunkt, der sie vor einem Untersinken bewahrt, zu sichern. Mit der Auxosporenbildung würde diese Stütze fortfallen müssen, wenn nicht dafür gesorgt wäre, dass die Auxospore ihrerseits in die Continuität des Fadens aufgenommen wird durch feste Verbindung mit der älteren, erhalten bleibenden Mutterschale.

In dieser nothwendigen Lebensbedingung sehe ich die Thatsache, welche in die Entwickelung von *Melosira nummuloïdes* in der Richtung eingreift, dass eine Ueberschreitung desjenigen festen Grössenverhältnisses von Mutterschale zur Auxospore, welches eine hinreichend feste Verbindung beider Schalen gewährleistet, niemals stattfindet. Ein Vergleich der Fig. 208 auf pg. 183 wird deutlich machen, dass die zu sichernde Verbindung zwischen Mutterschale und Auxospore bei weiterer Vergrösserung der letzteren hinfällig werden müsste. — Daher glaube ich, dass aus dieser hier vorliegenden, von Miquel aufgedeckten Ausnahme des allgemeinen Entwickelungsgesetzes der Diatomeen nicht ohne weiteres auf das Verhalten frei lebender anderer Arten geschlossen werden darf.

Sehr beachtenswerth ist die Feststellung der ausserordentlich schnellen Theilungsfolge gleich nach Bildung der Auxospore.

Uebereinstimmend mit dem Verhalten von *Melosira nummuloïdes* ergab sich, dass auch bei *Melosira varians* und *Cyclotella compta* die Auxosporen aus Zellen hervorgehen, welche der geringsten beobachteten Zellgrösse nahe standen, dass aber Zellen dieser selbst zu der Auxosporenbildung nicht befähigt sein dürften.

Sehr wichtig sind endlich die Resultate, welche Miquel durch lange fortgesetzte Züchtung in immer neu angesetzten Kulturserien zweier *Nitzschia*-Arten erhielt.

Nitzschia linearis — scheinbar durch langsame Vermehrung ausgezeichnet — verminderte ihre Zellengrösse, d. h. die Länge ihrer Apicalaxe von 115,2 auf 98,1 μ in einer Zeit von 200 Tagen und in 10 immer wieder neu angesetzten, aus den alten übergeimpften Kulturen.

Ebenso wurde mit *Nitzschia palea* verfahren. Es trat eine fortgehende Grössenabnahme von 37 μ bis 26,8 μ in der neunten Kultur ein. Die weiter fortgesetzten Kulturen aber ergaben ein Schwanken in der Zellgrösse zwischen 26,8 und 28,2 μ, bis in der 12. Kultur endlich die Auxosporenbildung einsetzte, welche die Herstellung einer Länge von 68 μ bewirkte. Auch hier erweisen sich nicht die allerkleinsten Vertreter, sondern diejenigen von 28—32 μ Länge als zur Auxosporenbildung geeignet.

Schliesslich wird auf die ausserordentlich unregelmässige Form der Auxosporen hingewiesen und auf die bald nach den ersten Theilungen ihrer Abkömmlinge wiederum zu beobachtende grosse Regelmässigkeit ihrer Nachkommenschaft.

Nicht ohne Einfluss auf die Resultate scheinen mir die näheren Versuchsbedingungen zu sein. Es sind nämlich zum grossen Theil die Kulturen in einer feuchten Kammer oder einem ähnlichen Apparate ausgeführt worden. Wenn nun in einem Volumen von ca. 10 ccm mehrere Millionen von Auxosporen erzogen werden[1]), so ist freilich eine gewisse anormale Ausbildung die wohl unausbleiblich nothwendige Folge. Ebenso möchte ich die Thatsache der „Ueberverkleinerung" der Zellen diesen ungünstigen äusseren Verhältnissen zuschreiben, speciell dem geringen Wasservolumen[2]), denn es ist wohl wenig wahrscheinlich, dass die Eliminirung einer so grossen Menge von Zellen aus der Entwickelungsreihe einer Species zu den regelmässigen Vorkommnissen in der Natur gehöre. Damit soll natürlich durchaus nicht geläugnet werden, dass die Feststellung dieser Thatsache an sich, ebenso wie auch die, freilich nicht mehr unbekannte „Verregelmässigung" abweichender Primärschalen im Laufe der Theilungen grosses Interesse besitzt.

Dass der Verfasser in den zusammenfassenden Schlussbemerkungen alles das, was er an den 5—6 beobachteten Species nicht hat beobachten können, wie: Gallertbildung, Entstehung von zwei Auxosporen aus einer Mutterzelle, Conjugation — als zweifelhaft und der Bestätigung bedürftig hinstellt, ist sein gutes Recht. Hoffentlich gelingt es ihm in Verfolgung seiner interessanten und wichtigen Untersuchungen bald, sich davon zu überzeugen, dass die Mannigfaltigkeit der Vorgänge bei der Auxosporenbildung nicht durch seine bisherigen Beobachtungen erschöpft war.

[1]) Miquel. l. c. 556.

[2]) cf. K. Semper. Natürliche Existenzbedingungen der Thiere. Leipzig. 1880. pg. 195.

Wenn ich nun zum Schlusse dieses Nachtrages die Ergebnisse mit den bisher gezogenen Resultaten zu vereinigen suche, so muss ich sagen, dass die Versuche Miquel's sehr zur Festigung von Pfitzer's Entwickelungs-Gesetz der Diatomeen beigetragen haben, und dass ihre zunächst nur auf die asexuelle Form des Vorganges sich beziehenden Ergebnisse vollständig mit meinen vorher gezogenen Schlüssen übereinstimmen.

VI. Rolle der Diatomeen im Haushalte der Natur.

Die Rolle der Diatomeen im Gesammtstoffwechsel der Natur ist eine in letzter Zeit häufiger berührte Frage, nachdem von Hensen zuerst auf das Plankton überhaupt und seine aufbauenden, pflanzlichen Organismen hingewiesen war. Hensen[1]) konnte freilich, obgleich er anfangs gerade in den Diatomeen einen der Ausgangspunkte für die Fruchtbarkeit des Meeres gesucht hatte, keine hinreichende Bestätigung für diese Meinung finden und hält, ohne die Möglichkeit ganz in Abrede zu stellen, die Aufnahme schwimmender Diatomeen als Nahrung für einen seltenen Fall.

Seitdem sind einige neuere Beobachtungen gemacht worden, welche eine weitere Erörterung der Frage gestatten.

Der Hensen'sche Gedanke ist besonders unterstützt worden durch Frenzel[2]), welcher die Frage jedoch erheblich einschränkt und lediglich den Verbleib der Diatomeenschalen zum Gegenstande seines Aufsatzes macht. Es ist daher weit über das Ziel hinausgeschossen, wenn er am Schlusse seine Ansicht folgendermassen zusammenfasst: „So also scheinen die Diatomeen insgesammt weiter nichts vorzustellen, als ein Bakterienfutter und ein Baumaterial für ihre Nachkommen." Da, wie inzwischen insbesondere durch die genauen Angaben von Brandt[3]) bekannt geworden ist, der Protoplasmaleib der Diatomeen 28,7 % Eiweiss, 8,0 % Fett, 63,2 % Kohlenhydrate enthält, so ist der für den Kreislauf der Stoffe am meisten in's Gewicht fallende Theil der Diatomeenzelle überhaupt in den Angaben Frenzel's unberücksichtigt geblieben; er war höchstens berechtigt, von den Diatomeenschalen, nicht aber von den „Diatomeen insgesammt" zu sprechen.

Beobachtungen nun, die ich selber gemacht habe, beziehen sich besonders auf Grunddiatomeen. Zunächst konnte ich feststellen, dass die häufig erwähnten *Brebissonia*-Rasen, ebenso wie dichte *Schizonema*-Büschel, *Melosira*- und *Achnanthes*-Bestände regelmässig von sehr zahlreichen Amöben bewohnt wurden, die sich ausschliesslich von den betreffenden Diatomeen nähren dürften; wenigstens habe ich niemals andere von ihrem Körper umschlossene Gebilde wahrnehmen können. Gerade von Amöben hatte auch Hensen dies Verhalten als ziemlich sicher angenommen.

Ebenso konnten nicht näher bestimmte, theils *Paramaecium*, theils *Stentor* ähnliche Infusorien mit einzelnen oder auch mehreren eingeschlossenen Diatomeen häufig wahrgenommen werden.

In Kulturen liess sich ausserdem leicht beobachten, wie sehr das Vorhandensein von drei oder vier Individuen einer kleinen, im Schlick lebenden Muschel, die mir mein Kollege Herr Dr. Lohmann freundlichst als *Corbula gibba* Oliv. bestimmte, der Entwickelung der betreffenden Diatomeenkultur schaden konnte. Die Thiere nahmen durch einen eingesogenen Wasserstrom aus der ganzen ihrem Siphon erreichbaren Umgegend kleinste Bodenpartikelchen auf und eine Untersuchung ihres Körpers wie ihres Kothes liess zahlreiche Grund-Diatomeen der verschiedensten Formen erkennen, deren Schalen intakt geblieben, deren Inhalt aber mehr oder weniger ausgenutzt war.

Aber auch von Planktonformen liegt bereits eine Anzahl verschiedener Angaben vor, welche für eine allgemeinere Bedeutung der Diatomeen als Nahrung verschiedener niederer Thiere sprechen.

Von Apstein[4]) und Zacharias[5]) sind *Melosira*-Schalen im Darminhalt von einigen Arten der Cladoceren und der Copepoden nachgewiesen, eine Thatsache, die dadurch nicht entwerthet werden kann,

[1]) V. Hensen. Bestimmung des Plankton etc. l. c. 99.
[2]) Joh. Frenzel. Die Diatomeen und ihr Schicksal l. c.
[3]) K. Brandt. Chemische Zusammensetzung des Plankton l. c. 89.
[4]) C. Apstein. Süsswasserplankton. l. c. 140.
[5]) O. Zacharias. citirt nach Frenzel. l. c. 158.

dass es Frenzel später nicht gelang, die gleiche Beobachtung zu machen. Jedenfalls kann die Untersuchung nicht als damit abgeschlossen betrachtet werden.

Ferner giebt Lohmann[1]) an, dass Appendicularien „kleine *Naviculeen, Peridineen* und *Coscinodisceen*" als Nahrung aufnehmen. Endlich sind die Angaben von Murray[2]) hier zu berücksichtigen. Je weniger ich in der Lage war bei den von Murray aufgeführten entwickelungsgeschichtlichen Beobachtungen die vom Autor untergelegte Deutung anzuerkennen, um so mehr freue ich mich, hier hervorheben zu können, dass seine Publikation wichtige Aufschlüsse enthält. Er sagt etwa Folgendes: „Ich stellte fest, dass die Copepoden und andere kleine Crustaceen von Diatomeen lebten, und zwar sowohl durch direkte Beobachtung als auch durch Untersuchung ihrer cylindrischen Excrementklumpen, welche gänzlich aus Diatomeen-Chromatophoren (die völlig ihre charakteristische Form und theilweise sogar noch ihre Farbe behalten hatten) und aus kleinen Fragmenten der Kieselschalen bestanden. Beide, Chromatophoren und Schalen liessen sich als zu Diatomeen gehörig nachweisen, die in demselben Planktonzuge mit heraufkamen."

Der Nachweis der *Ceratium*-Zellen in den Thieren oder ihren Excrementen gelang Murray weniger gut, da die Zellen, ihrer minderen Widerstandsfähigkeit entsprechend, zu sehr verändert worden waren. Der Hinweis auf das massenhafte Vorkommen von Diatomeenschalen im Guano, in den sie doch nur durch Vermittelung von Thieren gelangen können, die den Vögeln als Nahrung gedient, ist sehr am Platze. Ausserdem kommen Diatomeen nach Murray häufig in den Mägen von Holothurien, Ascidien, Salpen, Austern, Muscheln und anderen Mollusken, Krabben, Hummern und sonstigen grossen Crustaceen vor, ebenso bei erwachsenen Fischen.

Dann heisst es weiter: „In order to determine whether diatoms are present to any extent in the digestive tract of young fishes, either from having been eaten directly by them or inside small crustacea eaten by the fish, Dr. Wemyss Fulton sent me some young sand-eels, taken in tow-net, 15 miles off Aberdeen an 16. th. May 1894, and preserved in spirit, some young flat fish (plaice?) taken off Montrose 21. th. May 1894, and some very small Clupeoïd fishes taken 30. th. March 1889. In all of them diatoms were present. In the sand-eels four genera, *Sceletonema, Eucampia, Melosira* and *Chaetoceros*; in the flat fisk *Sceletonema* and *Nitzschia* (in both cases *Sceletonema* being predominant), and in the Clupeoïds *Coscinodiscus* (abundant) and *Melosira*. All these were complete valves, which appears to indicate that they were eaten directly by the fish, and not within minute crustacea, in which case they would have been broken up into fragments."

So ist die Thatsache, dass Diatomeen einen sehr wichtigen Beitrag zur Nahrung der Fische direkt und indirekt liefern, kaum noch zu bezweifeln, obwohl die Bedeutung ihres Antheils gegenüber dem der Peridineen etc. noch genauerer Feststellung bedarf.

Dass die Grunddiatomeen — bei Planktonformen habe ich bisher derartiges nicht beobachtet — einer lebhaften parasitischen Pilzvegetation aus der Abtheilung der *Chytridien* reichliches Fortkommen gewähren, wurde schon kurz erwähnt. Für Kulturen ist damit meist der Anfang vom Ende erreicht, da der Pilz auf einer gerade reichlich vorhandenen Form auftretend kaum eher zum Stillstand kommt, als bis die Mehrzahl der Individuen befallen und vernichtet ist.

Es wird wohl als selbstverständlich betrachtet werden können, dass lediglich der Protoplasmaleib der kieselschaligen Diatomeenzelle von den betreffenden Thieren verwerthet werden kann, während die Schalen mit dem Koth abgegeben werden. Was wird nun aus den Schalen? Blieben sie unversehrt erhalten, so müsste der Meeresboden und der Grund unserer Seen mit dicken Lagen solcher Diatomeenschalen überdeckt sein, und das ist, wie man leicht beobachten kann, wie Frenzel insbesondere für den Müggelsee nachgewiesen hat, nicht der Fall

Dass die Schale durch das Wasser schliesslich gelöst werden könne, ist sehr wahrscheinlich, und Frenzel gelang es nach seinen Angaben, durch längere Einwirkung heissen Wasserdampfes die kieselsäurehaltigen Schalen zu lösen, so dass nur das organische Substrat übrig blieb. In natürlichen Verhältnissen wird der Vorgang sich meiner Ansicht nach erheblich anders abspielen müssen, obwohl eine schliessliche Auflösung bei den ungeheueren in Frage stehenden Wassermengen und der grossen Oberfläche, die in den strukturirten Schalen geboten ist, kaum bezweifelt werden kann.

[1]) H. Lohmann. Die Appendicularien. l. c. pg. 134.
[2]) G. Murray. reproduction of some marine Diatoms l. c. 211

Doch dürfte am Meeresboden der organische Theil der Schalen wohl den meisten Angriffen ausgesetzt sein. Die Zersetzungsvorgänge, welchen alle am Boden angelangten Pflanzenreste in relativ kurzer Zeit erliegen, werden die Diatomeenschalen gewiss auch nicht verschonen. Ja, es dürfte ein sehr erheblicher Theil der schwarzen Mudde oder des Schlickbodens, auf dem, wie wir sahen, eine so lebhafte Diatomeenvegetation herrscht, gerade aus den wieder zerfallenen Diatomeenschalen entstehen.[1]) Ob die gewöhnlichen Cellulosebakterien im Stande sind, auch diese Kieselschalen aufzulösen, oder ob besondere Bakterienformen dieser Aufgabe dienstbar geworden sind, das festzustellen, würde an Orten, [wie z. B. die „Wittlingskuhle" in der hiesigen Föhrde,] wo regelmässig grosse Mengen von leeren Schalen durch Strömungen zusammengebracht werden, bei entsprechenden Versuchen und Kulturen wohl gelingen müssen.

[1]) Diese Frage hatte ich im Sinne, im kommenden Sommer ernsthaft in Angriff zu nehmen. Bei meinem zum April bevorstehenden Fortgange von hier bin ich nur zu vorläufigen Versuchen gelangt, welche indessen darthun, dass intakte Schalen verschiedenster Diatomeen — insbesondere *Rhizosolenia* und *Chaetoceros*-Arten lagen neben *Sceletonema* vor — bei Absperrung mit einem Theil aus tiefem Wasser (27 m) frisch heraufgeholter Mudde angegriffen werden. Die luftdicht abgesperrten Gefässe von ca. $^3/_4$ ltr Inhalt wurden nach Zusatz des Schlickes, welcher neben wenig zahlreichen *Beggiatoën* auch die etwa in Frage kommenden Bakterien enthalten musste, bei Einwirkung einer möglichst konstanten Temperatur von ca. 20—22° gehalten. Es trat zunächst starke Schwefelwasserstoffentwickelung auf; doch blieb das Gas im Wasser gelöst. Als ganz allgemeine Erscheinung zeigte sich bei mikroskopischer Untersuchung nach sieben Wochen eine starke Schwärzung der gesammten vorher völlig weissen Diatomeenschalen, ein Beweis, dass die organische Grundsubstanz der Schalen angegriffen war. Weitere Ergebnisse der Vorversuche habe ich leider nicht abwarten können.

Botanisches Institut der Universität Kiel.

Anmerkung. Ich darf wohl folgende Erklärung hier anfügen. Es würde mir erfreulich sein, wenn ich mich durch vorstehende Mittheilungen davon überzeugt erklären könnte, dass die Diatomeen ein wesentlicher Nahrungsbestandtheil der etwas höher organisirten Planktonthiere seien. Es behindert mich daran der Umstand, dass ich die Menge, die Larven- und die Eiproduktion z. B. der Copepoden bisher eher in inverser als in direkter Beziehung zu dem, oft so massenhaften, Auftreten der Diatomeen gefunden habe.

Hensen.

Bedeutung der benutzten Abkürzungen.

1. In den Citaten des systematischen Theiles:

Cleve. N. D. = P. T. Cleve. Synopsis of the naviculoïd Diatoms I u. II.
Cleve u. Grun. = P. T. Cleve und A. Grunow. Beiträge zur Kenntniss der Arktischen Diatomeen.
D. T. = De Toni. Sylloge Algarum vol. II. Bacillariaceae.
Juhlin-Dannfelt = Juhlin-Dannfelt. On the diatoms of the Baltic sea.
V. H. Syn. = H. van Heurck. Synopsis des Diatomées de Belgique.
V. H. Treat. = H. van Heurck. A Treatise on the Diatomaceae.
W. Sm. = William Smith. A Synopsis of the British Diatomaceae.

Die lateinischen Zahlen geben das betreffende Volumen und die Nummer der Tafel an, die arabischen sind zur Bezeichnung der Seitenzahl wie der Figuren-Nummer auf der betreffenden Tafel verwendet.

2. In der Bezeichnung der Figuren:

a = Auxospore, Auxosporenentwickelung.
ap = Apicalschnitt.
c = Centralknoten.
chr = Chromatophoren.
d = Detail der Schalenzeichnung.
e = Endknoten, Schalenende.
E. s. = Erstlingsschale.
e. z. = Zeichnung der Schalenenden.
g = Gürtelseite, Gürtelansicht.
go = obere Gürtelseite.
gu = untere Gürtelseite.
h = Habituszeichnung.
h. v. o. / h. v. u. = halb von oben resp. unten. cf. Vorbemerkungen.
k = Kiel.
m = Mitte, Mittelknoten.
m. z. = Zeichnung der Schalenmitte.
nk = Nebenkiel.
2. n. k = Zweiter Nebenkiel.
o. chr = optischer Durchschnitt der Chromatophoren.
s = Schalenseite, Schalenansicht.
so / su = obere resp. untere Schalenseite. cf. Vorbemerkungen.
s. z. = Schalenzeichnung.
tr. a. = Transapicalschnitt.
sch. v. o. = schräg von oben.
z. s. oder zw. s. = Zwischenschale oder Septe.

Etwa sonst vorkommende Zeichen sind im Text erläutert. Die Zahlenangaben beziehen sich auf Länge und Breite der Schalen, wenn anderes nicht ausdrücklich hervorgehoben ist.

Uebersicht der benutzten Litteratur.

C. Apstein. Das Süsswasserplankton. Methode und Resultate der quantitativen Untersuchung. Kiel und Leipzig. 1896. Vergl. auch unter Hensen!

A. de Bary. Untersuchungen über die Familie der Conjugaten. (Zygnemeen und Desmidieen). Ein Beitrag zur physiologischen und beschreibenden Botanik. Leipzig. 1858.

Wl. Belajeff. Ueber die Reductionsteilung des Pflanzenkernes. Ber. d. D. Bot. Ges. 1898. 27.

K. Brandt Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Planktons. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. N. F. Bd. III. Heft 2. 1898.

O. Bütschli. Mitteilungen über die Bewegung der Diatomeen. Verh. d. Naturhist. Med. Vereins zu Heidelberg. N. F. IV. Heft 5. 1892. 580.

— Referat über Crato E. Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Elementarorganismus. Zoolog. Centralblatt. IV. Jahrg. 1897. Nr. 2.

Fr. Castracane. Report on the Diatomaceae collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—76. Amphora polyzonata n. sp. 18. XXVII. 18.

P. T. Cleve. Synopsis of the Naviculoïd Diatoms. I u. II. Kg. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar XXVI 2 und XXVII 3. Stockholm. 1894 und 1895.

P. T. Cleve und A. Grunow. Beiträge zur Kenntniss der Arktischen Diatomeen. Kg. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar XVII. Nr. 2. Stockholm 1880.

E. Crato. I. Gedanken über die Assimilation und die damit verbundene Sauerstoffausscheidung. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 10. Jahrg. 250. 1892.

— II. Die Physode ein Organ des Zellleibes. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 10. Jahrg. 295. 1892.

— III. Morphologische und mikrochemische Untersuchungen über die Physoden. Bot. Ztg. 1893. 157.

— IV. Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Elementarorganismus. Ferd. Cohn's Beiträge z. Biologie der Pflanzen. VII. Bd. 407. 1896.

Br. Debski. I. Beobachtungen über Kernteilung bei Chara fragilis. Pringsheim's Jahrb. f. w. B. XXX. 227. 1897.

— II. Weitere Beobachtungen an Chara fragilis Desv. Pringsheim's Jahrb. f. w. B. XXXII. 635. 1898.

L. Dippel. Beiträge zur Kenntniss der in den Soolwässern von Kreuznach lebenden Diatomeen, sowie über Struktur, Theilung; Wachsthum und Bewegung der Diatomeen überhaupt. Kreuznach 1870.

A. Engler. I. Ueber die Pilzvegetation des weissen oder todten Grundes in der Kieler Bucht. Jahresbericht der Kommission z. wiss. Unters. d. Deutsch. Meere in Kiel. VII.—XI. 1. pg. 187. Berlin 1882

— II. Ueber die pelagischen Diatomeen der Ostsee. Berichte der Deutschen Botan. Ges. I. 1883. pg. X.

J. H. L. Floegel. I. Untersuchungen über die Struktur der Zellwand in der Gattung Pleurosigma. M. Schultze's Archiv für mikroskop. Anatomie VI. 473. 1870.

— II. Diatomaceen der Grundproben von der Expedition zur physikalisch-chemischen und biologischen Untersuchung der Ostsee im Sommer 1871, auf S. M. Avisodampfer „Pommerania". Jahresbericht der Kommission zur wissensch. Unters. d. Deutsch. Meere in Kiel. I. Jahrg. Berlin 1873.

Joh. Frenzel. Die Diatomeen und ihr Schicksal. Naturwissensch. Wochenschrift. XII. Nr. 14. 1897. Biolog. Station Friedrichshagen bei Berlin.

H. H. Gran. Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. Botanik. Protophyta: Diatomaceae etc. Christiania 1897.

William Gregory. On new forms of marine Diatomaceae, found in the Firth of Clyde an in Loch Fine. Transactions of the Royal Society of Edinburgh. vol. XXI. pt. IV. 473. Plate IX—XIV. 1857. Abgekürzt in D. of Clyde.

A. Grunow. I. Ueber neue oder ungenügend gekannte Algen. Erste Folge. Diatomaceae, Fam. Naviculaceen. Verhandl. der k. k. zoolog. botan. Ges. 10. Bd. pg. 503. Wien. 1860.

— II. Die österreich. Diatomaceen nebst Anschluss einiger neuer Arten von anderen Lokalitäten. Erste Folge. Verhandlungen etc. 12. Bd. 315. 1862.

— III. Dasselbe. Zweite Folge. ibidem. 545.

— IV. Ueber einige neue und ungenügend bekannte Arten und Gattungen von Diatomaceen. ibidem. 13. Bd. 137. 1863.

— V. Diatomeen auf Sargassum von Honduras. Hedwigia VI. 23. 1867.

— VI. Die Diatomeen von Franz Josephs-Land. Denkschriften der matem. naturw. Klasse der Kaiserl. Akad. d. W. XLVIII. Wien 1884. cf. auch unter Cleve!

P. Hauptfleisch. Die Auxosporenbildung von Brebissonia Boeckii Grunow. Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. Mitt. d. naturw. Ver. für Neu-Vorpommern und Rügen. XXVII. 1895.

P A. C. Heiberg. Conspectus criticus Diatomacearum Danicarum. Kritisk Oversigt over de Danske Diatomeer. Kjøbenhavn. 1863.

V. Hensen. I. Ueber die Bestimmung des Plankton's oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Thieren. V. Bericht der Kommission zur wissensch. Unters. der Deutschen Meere in Kiel. XII.—XVI. Jahrg. 1882—1886.

— II. und C. Apstein. Die Nordsee-Expedition 1895 des Deutschen Seefischerei-Vereins. Ueber die Eimenge der im Winter laichenden Fische. Wissensch. Meeresuntersuchungen, N. F. II. 2. 1897.

O. Hertwig. Die Zelle und die Gewebe. Grundzüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie. Jena 1893.

H. van Heurck. I. Synopsis des Diatomées de Belgique. Text und Atlas. Anvers. 1880—1885.

II. A Treatise on the Diatomaceae. London 1896. Abgekürzt in V. H. Syn. und V. H. Treat.

W. Hofmeister. Die Lehre von der Pflanzenzelle. Handbuch d. phys Botanik I. 1. Leipzig 1867.

J. M. Janse. Bewegungen des Protoplasma von Caulerpa prolifera. Pringsheim's Jahrb. f. w. B. XXI. 163. 1890.

Juhlin-Dannfelt. On the diatoms of the Baltic sea. Bihang till Kg. Svensk. Vetensk. Akad. Handlingar 6. 1881—1882. Nr. 21

George Karsten. I. Untersuchungen über Diatomeen I. Flora. 1896. 286.

— II. Untersuchungen über Diatomeen II. Flora. 1897. 33.

— III. Untersuchungen über Diatomeen III. Flora. 1897. 203.

— IV. Ueber die Formänderungen von Sceletonema costatum (Grev.) Grun. und ihre Abhängigkeit von äusseren Faktoren. Wissensch. Meeresuntersuchungen III. Heft 2. 1898.

— V. Neuere Untersuchungen über die Auxosporenbildung der Diatomeen. Annales du jardin bot. de Buitenzorg. 2. suppl. 47. 1898.

Gustav Karsten. I. Die Beobachtung an den Ostseestationen. Jahresberichte der Kommission I—XXI. 1871—1890.

II. Die physikalischen Beobachtungen an den Stationen. Ueber die bisherigen Ergebnisse und über fernere Aufgaben zur Physik der Deutschen Meere. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. I. Heft 2. 1896.

H. Klebahn. I. Ueber die Zygosporen einiger Conjugaten. Ber. d. D. Bot. Ges. 1888. 160.

II. Studien über Zygoten I. Die Keimung von Closterium und Cosmarium. Pringsheim's Jahrb. f. w. B. XXII. 415.

III. Studien über Zygoten II. Die Befruchtung von Oedogoninm Boscii. Pringsheim's Jahrb. f. w. B. XXIV. 235.

IV. Beiträge zur Kenntniss der Auxosporenbildung I. Rhopalodia gibba O. Müller. Pringsheim's Jahrbücher für wissensch. Botanik. XXIX. 595.

G. Klebs. I. Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. Unters. aus d. botan. Institut Tübingen II. 333. 1887.
— II. Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896.
R. Lauterborn. I. Ueber Bau und Kernteilung der Diatomeen. Verh. d. Naturhist. Med. Ver. zu Heidelberg. N. F. V. pg. 179. 1893.
— II. Zur Frage nach der Ortsbewegung der Diatomeen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1894. pg. 73.
— III. Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen, aus d. Zoolog. Inst. d. Univers. Heidelberg. Leipzig. W. Engelmann. 1896. 10. Taf.
H. Lohmann. Die Appendicularien. Ergebnisse der Plankton-Expedition. II. E. c. 1896.
J. E. Lüders. Beobachtungen über die Organisation, Theilung und Copulation der Diatomeen. Botan. Zeitung. 1862. 41.
H. A. Meyer. Untersuchungen über Physikalische Verhältnisse des westlichen Teiles der Ostsee. Kiel 1871.
— und K. Möbius. Fauna der Kieler Bucht. Leipzig. W. Engelmann. 1865.
P. Miquel. Recherches expérimentales sur la physiologie, la morphologie et la pathologie des Diatomées. Annales de micrographie IV. Nr. 11. Oct.—Nov. 1892. Paris pg. 529—558.
P. Mitrophanow. Beobachtungen über Diatomeen. Flora. 1898. 298 (und eine ausführlichere russische Abhandlung gleichen Titels mit 1 Tafel).
K. Möbius. Wo kommt die Nahrung für die Tiefseethiere her? Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXI. 294. Leipzig. 1871. Vergl. auch unter Meyer!
H. von Mohl. Kieselskelet lebender Pflanzenzellen Botan. Zeitg. 1861. 220.
O. Müller. I. Ueber den feineren Bau der Zellwand der Bacillariaceen, insbesondere des Triceratium Favus Ehr. und der Pleurosigmen. Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv. 1871. 619.
— II. Vortrag über den Bau der Zellwand von Synedra tabulata var. Thalassiotrix (S. Thalassiotrix Cleve). Sitz.-Ber. d. Ges. naturforschender Freunde zu Berlin. 1877. (15. Mai).
— III. Die Chromatophoren mariner Bacillariaceen aus den Gattungen Pleurosigma und Nitzschia. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1883. 478.
— IV. Bemerkungen zu dem Aufsatze Dr. J. H. L. Floegel's Researches on the structure of cell-walls of Diatoms. Berichte der Deutsch. Bot. Ges. 1884. 490.
— V. Die Zellhaut und das Gesetz der Zelltheilungsfolge von Melosira (Orthosira Thwaites) arenaria Moore. 1884. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik. XIV. 239.
— VI. Die Zwischenbänder und Septen der Bacillariaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1886. 306.
— VII. Durchbrechungen der Zellwand in ihren Beziehungen zur Ortsbewegung der Bacillariaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1889. 169.
— VIII. Auxosporen von Terpsinoë musica Ehr. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1889. 181.
— IX. Bacillariaceen aus Java. I. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1890. 318.
— X. Die Ortsbewegung der Bacillariaceen betreffend. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1893. 571.
— XI. Ortsbewegung der Bacillariaceen II. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1894. 136.
— XII. Rhopalodia, ein neues Genus der Bacillariaceen. Engler's Jahrbücher XXII. 54. 1895.
— XIII. Ueber Achsen, Orientirungs- und Symmetrieebenen bei den Bacillariaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1895. XIII. 222.
— XIV. Ortsbewegung etc. III und IV. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1896. 54 und 111.
— XV. Ortsbewegung etc. V. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1897. 70.
— XVI. Bacillariales aus den Hochseen des Riesengebirges. Forschungsber. d. Biolog. Station zu Plön. VI. 1 Taf. 1898.
— XVII. Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1898. 386.
George Murray. On the reproduction of some marine Diatoms. Proceedings of the R. Soc. of Edinburgh. XXI. 207. 1896.
Carl Nägeli. Gattungen einzelliger Algen physiologisch und systematisch bearbeitet. Zürich. 1848.
Fr. Oltmanns. I. Beiträge zur Kenntniss der Fucaceen. Bibliotheca botanica. Heft Nr. 14. Cassel. 1889.
— II. Ueber die Kultur- und Lebensbedingungen der Meeresalgen. Pringsheim's Jahrbücher f. w Bot. XXIII. 349. 1892.

Fr. Oltmanns. III. Notizen über die Kultur- und Lebensbedingungen der Meeresalgen. Flora. 1895. 38.
— IV. Ueber die Entwickelung der Sexualorgane bei Vaucheria. Flora. 1895. 388.
W. Pfeffer. Zur Kenntniss der Plasmahaut und der Vacuolen. Abhandl. d. math. phys. Klasse d. Kg. Sächs. Ges. d. W. Leipzig. XVI. II. 299. 1890.
E. Pfitzer. I. Bau und Entwicklung der Bacillariaceen. Botanische Abhandlungen aus dem Gebiet der Morphologie und Physiologie, herausgegeben von J. Hanstein. II. Bonn 1871.
— II. Die Bacillariaceen. Handbuch der Botanik herausgegeben von A. Schenk. Breslau. 1882. II. 403—445.
G. Poirault et M. Raciborski. Sur les noyaux des Urédinées. Extrait du Journal du botanique. IX.
M. Raciborski. Ueber den Einfluss äusserer Bedingungen auf die Wachstumsweise des Basidiobolus ranarum. Flora. 1896. 107.
Th. Reinbold. Untersuchung des Borkum-Riffgrundes. VI. Jahresber. der Kommission. Heft 3. 1893.
J. Reinke. I. Algenflora der westlichen Ostsee Deutschen Anteils. VI. Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der Deutschen Meere. 1889. Berlin.
— II. Eine Expedition in der Nordsee. ibidem. Heft 3. 1893.
— III. Zur Algenflora der westlichen Ostsee. Wissensch. Meeresuntersuchungen. I. Heft 2. 1896.
J. Rückert. Die Chromatinreduktion bei der Reifung der Sexualzellen. Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte von Merkel und Bonnet. III. Bd. 1893. 517.
A. Schmidt. Atlas der Diatomaceenkunde. Leipzig. 1890.
Fr. Schmitz. I. Die Bildung der Auxosporen von Cocconema Cistula Ehrbg. Bot. Ztg. 1872. 117.
— II. Ueber die Auxosporenbildung der Bacillariaceen. Sitzungsberichte der Naturforsch. Gesellschaft zu Halle. Juni 1877.
— III. Chromatophoren der Algen. Verhandl. des naturhist. Vereins der preussischen Rheinlande und Westphalens. 40. Jahrg. 1883.
M. Schultze. I. Die Structur der Diatomeenschale verglichen mit gewissen aus Fluorkiesel künstlich darstellbaren Kieselhäuten. Verhandl. d. naturw. Ver. XX. Jahrg. N. F. X. pg. 37.
— II. Bewegung der Diatomeen. M. Schultze's Archiv für mikroskop. Anatomie. I. 376. 1865.
Fr. Schütt. I. Auxosporenbildung von Rhizosolenia alata. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1886. 8.
— II. Ueber die Diatomeengattung Chaetoceros. Botan. Zeitung. 1888. 164.
— III. Ueber Auxosporenbildung der Gattung Chaetoceros. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1889. 361.
— IV. Das Pflanzenleben der Hochsee. Reisebeschreibung der Plankton-Expedition. 2. Anhang zu Kap. VIII. 1892.
— V. Wechselbeziehungen zwischen Morphologie, Biologie, Entwickelungsgeschichte und Systematik der Diatomeen. Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. 1893. 563.
— VI. Die Bacillariaceen. Engler und Prantl. Natürliche Pflanzenfamilien. I. 1 b. 31. 1896.
K. Semper. Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere. 1 u. 2. Leipzig. 1880. Internat. wissensch. Bibliothek. Bd. XXXIX.
William Smith. A Synopsis of the British Diatomaceae; with remarks on their structure, functions and distribution. The plates by Tuffen West. Vol I and II. London 1853—1856. Abgekürzt in W. Sm.
E. Strasburger. I. Ueber periodische Reduction der Chromosomenzahl im Entwicklungsgang der Organismen. Biolog. Centralblatt. XIV. Nr. 23 und 24. 1894.
— II. Ueber Cytoplasmastructuren, Kern- und Zellteilung. Pringsheim's Jahrb. f. w. Botanik. XXX. Bd. 1897. 375.
— III. Ueber Befruchtung. Pringsheim's Jahrb. f. w. B. XXX. 407. 1897.
— und David M. Mottier. Ueber den zweiten Theilungsschritt in Pollenmutterzellen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1897. 327.
De Toni. Sylloge Algarum. Vol. II. Bacillariaceae. Patavii. 1891—1894. Abgekürzt in D. T.
H. de Vries. Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft. Pringsheim's Jahrb. f. w. B. XIV. 537. 1883.
A. Zimmermann. Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkernes. Jena. 1896.

Inhalts-Uebersicht.

Einleitung 19
Vorbemerkungen über den Bau der Diatomeenzelle 21

Spezielle Aufzählung der beobachteten Formen.

I. Fragilarieen 23
Genus 1. *Fragilaria.*
Genus 2. *Synedra* 24
Auxosporenbildung von *Synedra affinis* 25
Genus 3. *Asterionella* 28
Genus 4. *Thalassiothrix.*

II. Tabellarieen 29
Chromatophoren und Pyrenoïde.
Auxosporenbildung von *Rhabdonema arcuatum* 32
und *Rhabdonema adriaticum* 33
Genus 5. *Grammatophora* 35
Genus 6. *Rhabdonema* 36
Genus 7. *Striatella* 38
Genus 8. *Licmophora.*

III. Achnantheen 39
Auxosporenbildung von *Achnanthes longipes* und *Achnanthes brevipes.*
Genus 9. *Rhoicosphenia* 40
Auxosporenbildung von *Rhoicosphenia curvata.*
Genus 10. *Achnanthes* 41
Auxosporenbildung von *Achnanthes subsessilis* 43

IV. Naviculeen.
Genus 11. *Navicula* 44
Auxosporenbildung von *Navicula viridula* Ktzg. var. *rostellata* Ktzg. und von *N. directa* W. Sm. 45
Versuch einer neuen, dem Bau des Plasmakörpers Rechnung tragenden Gliederung der Gattung 46
1. *Naviculae lanceolatae* 47
Auxosporenbildung bei *Navicula viridula, N. ramosissima, N. directa, N. subtilis, N. crucigera* . . . 52
2. *Naviculae rotundae* 56
Auxosporenbildung von *Navicula pygmaea* 59
Auxosporenbildung von *Navicula didyma* 62
3. *Naviculae complexae* 63
Auxosporenbildung von *Navicula scopulorum.*
Auxosporenbildung von *Navicula constricta* 65
4. *Pseudo Navicula* 66
5. *Trachyneis* 69
Genus 12. *Pleurosigma* 72
Definition der Gattung im Sinne von W. Smith.
Eintheilung nach den Chromatophoren in 4 Sektionen.
Auxosporenbildung von *Pleurosigma Nubecula* 73

1. *Pleurosigmata naviculoïdea* . . . 74
2. *Pleurosigmata Nubecula* . . . 77
3. *Pleurosigmata angulata* . . . 78
4. *Pleurosigmata coccochromatica* . . . 81
Genus 13. *Scoliopleura* . . . 84
Genus 14. *Donkinia* . . . 85
Genus 15. *Rhoicosigma* . . . 86
Genus 16. *Tropidoneis* . . . 87
Genus 17. *Amphiprora* . . . 89
Auxosporenbildung von *Amphiprora alata*.
Genus 18. *Amphipleura* . . . 91
Genus 19. *Mastogloia* . . . 92
Genus 20. *Cocconeis* . . . 93
Auxosporenbildung nach Lüders.

V. Cymbelleen . . . 94
Genus 21. *Brebissonia* . . . 95
Auxosporenbildung von *Brebissonia Boeckii*.
Genus 22. *Epithemia* . . . 96
Genus 23. *Rhopalodia* . . . 97
Auxosporenbildung beider Gattungen nach Klebahn und nach eigenen Beobachtungen.
Genus 24. *Amphora* . . . 99
Eintheilung der Gattung unter Berücksichtigung des Plasmabaues.
1. *Amphorae propriae* . . . 100
Auxosporenbildung von *Amphora cymbelloïdes* . . . 101
und *Amphora Pusio* . . . 103
2. *Amphorae angustae*.
3. *Amphorae complexae*.
Auxosporenbildung von *Amphora veneta* und *Amphora coffeaeformis* . . . 104
4. *Amphorae lineolatae* . . . 109
Genus 25. *Auricula* . . . 113
Auxosporenbildung von *Auricula minuta* nach Cleve und von *Auricula hyalina* nach meinen Beobachtungen . . . 114

VI. Nitzschieen . . . 119
Genus 26. *Nitzschia*.
Auxosporenbildung von *Nitzschia longissima* und *Nitzschia hybrida* . . . 120
Eintheilung nach Grunow.
Auxosporenbildung von *Nitzschia (Bacillaria) paradoxa* . . . 125

VII. Surirelleen . . . 130
Genus 27. *Surirella*.
Auxosporenbildung nach Pfitzer.
Genus 28. *Campylodiscus* . . . 132

Allgemeiner Theil.

A. Pflanzengeographische Ergebnisse der Untersuchungen.

Umgrenzung des Gebietes und Darlegung der durch seine Lage bedingten Eigenthümlichkeiten . 133
Vergleich der im Gebiete vorkommenden Formen mit der von Juhlin-Dannfelt für die salzärmere nördliche und östliche Ostsee aufgestellten Liste von Diatomeen . . . 134
Sonstige auf Vertheilung der Diatomeen Bezug habende Einflüsse.
a. Dauernde:
Bodenbeschaffenheit . . . 134
Vorkommen pennater Formen im Plankton . . . 136
b. Periodisch veränderliche:
Temperatur . . . 137
Licht.
Austrocknen.
Mechanische Wirkung des Eises.

Beobachtungsprotokolle 138
Zusammenfassung der Hauptergebnisse 143

B. Botanische Ergebnisse. Beiträge zur Kenntniss des Baues und der Entwickelung der Diatomeen.

I. Die Diatomeenzelle.
a. Der Plasmaleib und seine Einschlüsse 144
b. Die Wandungen der Diatomeenzellen 147
Schalenstrukturen und ihre Verwerthung für die Diatomeen-Systematik.
Tüpfel und Poren der Diatomeenschalen 149
Turgor der Diatomeenzellen und seine Beeinflussung durch wechselnde Concentrationen des Mediums 152
Neuere Litteraturangaben über scheinbare Bildung von Fortpflanzungszellen innerhalb geschlossener Diatomeenzellen 155
Craticularzustände 156
Gürtelbänder und Zwischenbänder.
c. Gallertausscheidungen der Diatomeenzellen 157
Gallertstiele, Gallerthüllen, Gallertschläuche.
II. Zelltheilung 159
III. Ortsbewegung der Diatomeen 163
IV. Versuch die Formenmannigfaltigkeit der Diatomeen in ihren Beziehungen zu äusseren Factoren zu veranschaulichen. 168
V. Die Auxosporen.
a. Entwickelung 171
Aufzählung der vier Typen.
Darstellung des Vorganges in allen Einzelheiten für Typus II an *Brebissonia Boeckii* 172
Zahlenreduktion der Chromosomen und Reduktionstheilungen. 175
Eingliederung der Zyotenkeimungserscheinungen bei den Conjugaten.
Abnormer Fall von Typus II. *Navicula constricta.*
Typus III 177
Typus I. *Rhabdonema arcuatum* 178
Uebergänge zu Typus II in *Synedra affinis,* und *Achnanthes subsessilis.*
Uebergang zu Typus IV in *Rhabdonema adriaticum.*
Bedeutung der Tabellarieen 179
Typus IV 182
Nitzschia paradoxa, Melosira Borreri, Gallionella nummuloïdes, Ditylium Brightwellii.
Kurze Aufzählung der bisher beobachteten Fälle von Auxosporenbildung, soweit sie einigermassen bekannt geworden sind 184
b. Bau der Auxosporen.
Perizonium 185
Plasmakörper 186
Symmetrieverhältnisse der Auxosporenzellen.
Erstlingsschalen 187
Oeffnung des Perizonium 188
c. Beeinflussung der Auxosporenbildung durch äussere Verhältnisse.
Asexuelle Auxosporenbildung 189
Sexuelle Auxosporenbildung 190
Nachtrag dazu: Besprechung der Ergebnisse von P. Miquel's Arbeit: Recherches expérimentales etc. 193
VI. Rolle der Diatomeen im Haushalte der Natur 195
Benutzte Abkürzungen erklärt. 198
Uebersicht der benutzten Litteratur 199

Untersuchungen

über den

Pflanzenwuchs in der östlichen Ostsee.

III.

Von

J. Reinke.

Die Fortsetzung der Untersuchungen über den Pflanzenwuchs in der östlichen Ostsee wandte sich im Sommer 1898 der Danziger Bucht zu. Die zur Ausführung gelangten Arbeiten erstreckten sich auf den zwischen dem Vorgebirge Rixhöft und dem Seebade Cranz an der Samländischen Küste gelegenen Meeresabschnitt und gelangten in der Zeit vom 10. bis 19. August zur Ausführung.

Durch Vermittlung des vorgesetzten Ministeriums war auch diesmal seitens der Bauverwaltung in dem Dampfer „Danzig" ein für die Untersuchungsarbeiten sehr geeignetes Fahrzeug zur Verfügung gestellt worden, wofür die Kommission beiden hohen Ministerien ihren lebhaften Dank ausspricht. —

Ueber die Algenflora der Danziger Bucht liegen bereits mehrere werthvolle Publikationen von Lakowitz vor, und ist zu hoffen, dass der Verfasser dieselben demnächst zu einem Gesammtbilde vervollständigen wird; ferner besitzen wir von Caspary Notizen über die von ihm an der Samländischen Küste gesammelten Algen. Auf jene Arbeiten wird jedoch erst in einer, nach Abschluss der Untersuchungsfahrten in Aussicht genommenen zusammenfassenden Darstellung der Algenflora der östlichen Ostsee eingegangen werden; an dieser Stelle möge nur das Ergebniss der eigenen Beobachtungen zur Mittheilung gelangen. —

Die Untersuchungsfahrt wurde geleitet von dem Kommissionsmitgliede Prof. Reinke, welcher sich dabei der Begleitung und Unterstützung des Herrn Major a. D. Reinbold zu erfreuen hatte. Es wurden im Ganzen 80 Plätze auf dem bezeichneten Areale mit dem Schleppnetz untersucht; im Einzelnen war das Ergebniss folgendes:

1. Südlich der Spitze von Hela, 28 bis 8 m Tiefe. Sand, spärlicher Pflanzenwuchs: *Zostera marina* in einer kleinen, der *Z. nana* nahe stehenden Form; *Zannichellia palustris, Potamogeton pectinatus, Chara aspera, Chaetomorpha Linum, Rivularia nitida, Ectocarpus litoralis, Fucus vesiculosus* var. *evesiculosus, Polysiphonia nigrescens, Ceramium tenuissimum.*

2. Mitte zwischen 1. und der Fedderort-Heultonne, 31 bis 17 m Tiefe. Sand, nur Spuren von Pflanzenwuchs: *Chara aspera, Ectocarpus litoralis.*

3. An der Fedderort-Heultonne, 9 bis 5 m. Schmutziger Sand, keine Algen.

4. Alt-Hela Westtonne, 28 bis 5 m. Schmutziger Sand, reichlicher Pflanzenwuchs: Kleine *Zostera. Potamogeton pectinatus, Ectocarpus confervoides, Polysiphonia nigrescens, Rhodomela subfusca.*

5. Zwei Seemeilen von 4, westlich am Riff entlang; 30 bis 11 m. Schmutziger Sand, ziemlich reichlicher Pflanzenwuchs: *Zostera* in etwas grösserer Form, *Potamogeton pectinatus, Chara aspera, Ectocarpus confervoides, Fucus vesiculosus*[1]), *Rhodomela subfusca, Polysiphonia nigrescens, Fastigiaria furcellata.*

6. Ankerplatz von Heisternest, 16 bis 8 m. Sand, in reichlicher Menge eine grosse *Zostera*-Form, eine kleine Form von *Chorda Filum,* ferner *Rhodomela subfusca, Polysiphonia nigrescens, Polysiphonia violacea.*

7. Südlich der Heisternester Westtonne, 17 bis 12 m. Sand; wenig *Potamogeton pectinatus* und *Ectocarpus confervoides.*

8. Eine Seemeile westlich von 7, 14 bis 10 m. Sand; *Fucus vesiculosus, Chorda Filum, Rhodomela subfusca, Polysiphonia nigrescens, Polysiphonia violacea, Phyllophora Brodiaei.*

9. Mitte von 8 und der Putziger Deepke, 8 bis 5 m. Schlickiger Sand, darauf in Menge grosse *Zostera* und folgende Algen: *Ectocarpus litoralis, Stictyosiphon tortilis, Sphacelaria arctica, Polysiphonia nigrescens, Polysiphonia violacea,* sehr reichlich *Rhodomela subfusca.*

[1]) An allen Fundorten war dies *F. vesiculosus* var. *evesiculosus.*

10. Unmittelbar vor der Anseglungstonne der Deepke, 5 m. Schlammiger Sand, darauf viel grosse *Zostera, Potamogeton pectinatus, Zannichellia palustris, Tolypella nidifica, Rivularia nitida, Ectocarpus litoralis, Polysiphonia violacea, Rhodomela subfusca.*

11. Dicht vor den Anseglungstonnen des Hafens von Putzig, 3 bis 4 m. Sandiger Schlick mit todtem Seegras und ziemlich viel Pflanzen: *Potamogeton pectinatus* bedeckt mit *Rivularia nitida, Chara aspera, Cladophora fracta, Enteromorpha intestinalis, Polysiphonia violacea, Phyllophora Brodiaei.*

12. Eine Seemeile nördlich 11, 3 m. Sand; *Cladophora fracta, Cladophora glomerata, Rivularia nitida, Fucus vesiculosus, Polysiphonia violacea, Fastigiaria furcellata.*

13. Eine Seemeile nordöstlich 12, 3 m. Sand; *Enteromorpha intestinalis, Cladophora glomerata, Cladophora fracta, Potamogeton pectinatus, Rivularia nitida, Ectocarpus litoralis, Fucus vesiculosus, Rhodomela subfusca; Fastigiaria furcellata* in einer sehr zwergigen Form.

14. Drei Seemeilen östlich von 11, $2^1/_2$ m. Sand mit Schlick; *Chara aspera, Cladophora fracta, Cladophora glomerata, Rivularia nitida, Rhodomela subfusca.*

15. Zweieinhalb Seemeilen südöstlich von 14, dicht vor der Tonne; $3^1/_2$ m. Sand; *Chara aspera* in Menge, *Cladophora fracta, Enteromorpha intestinalis, Rivularia nitida.*

16. Eine Seemeile nordöstlich von 15, 5 bis 8 m. Sand; viel *Potamogeton pectinatus; Enteromorpha intestinalis, Polysiphonia violacea, Rhodomela subfusca.*

17. Eine Seemeile nördlich von 16, 7 m. Sand; viel grosse *Zostera; Potamogeton pectinatus, Rhodomela subfusca.*

18. Zwei Seemeilen südlich von 15, 5 m. Sand, reiche Vegetation: *Chara aspera, Cladophora glomerata, Tolypella nidifica, Rivularia nitida, Fucus vesiculosus, Fucus vesiculosus* var. *balticus*[1]), *Ectocarpus litoralis;* sehr viel *Rhodomela subfusca; Fastigiaria furcellata, Phyllophora Brodiaei.*

19. Eine Seemeile nordwestlich von 18, 5 m. Schlammiger Sand; die gleiche Vegetation wie 18.

20. Zwei Seemeilen nordwestlich von 19, 4 m. Schlammiger Sand mit ähnlicher Vegetation, doch weniger artenreich.

21. Zwei Seemeilen südlich von 19, dicht vor der Tonne; 5 m. Sandiger Schlamm, viel grosse *Zostera; Potamogeton pectinatus, Cladophora fracta, Sphacelaria arctica, Polysiphonia violacea.*

22. Fast zwei Seemeilen südlich von 21, 4 m Schlamm, die gleichen Algen wie 21, ausserdem *Fucus vesiculosus, Cladophora glomerata,* eine äusserst schmale *Phyllophora Brodiaei, Rivularia nitida.*

23. Eine Seemeile nordöstlich von 22, dicht vor der Deepke; 4 m. Schlamm; *Zostera, Potamogeton pectinatus, Zannichellia palustris, Cladophora glomerata, Fucus vesiculosus,* massenhaft *Rhodomela subfusca* und *Polysiphonia violacea; Phyllophora Brodiaei, Ceramium tenuissimum, Fastigiaria furcellata.*

24. Zwei Seemeilen östlich der Anseglungstonne der Deepke, 18 bis 16 m. Sand, keine Vegetation.

25. Zwei Seemeilen östlich von 24, 30 m. Schlick und Muscheln, keine Vegetation.

26. Drei Seemeilen südwesthalbsüd von 25, 24 m. Schlick und Sand mit Muscheln; an einer Muschel ein Pflänzchen von *Polysiphonia nigrescens.*

27. Eine Seemeile westlich von 26, 12 m. Sand mit Muscheln; etwas *Rhodomela subfusca.*

28. Eineinhalb Seemeilen von 27, Richtung auf Oxhöft; 12 m. Sand mit Steinen; *Lithoderma fatiscens, Hildenbrandtia rosea, Fastigiaria furcellata,* viel *Polysiphonia nigrescens* und *Rhodomela subfusca.*

29. Eine Seemeile weiter in der Richtung auf Oxhöft, etwa eine Seemeile nördlich von dieser Spitze, 9 m. Sand, Steine; *Zannichellia palustris, Sphacelaria arctica, Ectocarpus confervoides, Rhodomela subfusca, Polysiphonia violacea* und *nigrescens.*

30. Zwei Seemeilen östlich von 29, 24 m. Schlick mit Miesmuscheln; keine Vegetation.

31. Eine Seemeile von 30 in der Richtung auf die Redlauer Spitze, 14 m. Sand mit Muscheln, wenig *Rhodomela subfusca.*

32. Eine Seemeile weiter in gleicher Richtung, 11 m. Sand mit Muscheln; *Ectocarpus litoralis, Polysiphonia violacea, Ceramium tenuissimum.*

33. Eine Seemeile von 32 in der Richtung auf Gdingen, $8^1/_2$ m. Sand mit Muscheln; *Ectocarpus litoralis, Polysiphonia violacea, Polysiphonia nigrescens, Rhodomela subfusca, Ceramium tenuissimum.*

[1]) In zahlreichen Büscheln ohne Haftorgan; diese Form dürfte in allen Fällen aus Adventivsprossen der grösseren, in abgerissenen Exemplaren am Meeresgrunde liegenden Form hervorgegangen sein.

34. Dicht vor Steinberg, 8 m. Sand, Steine; die gleichen Algen wie auf 33, ausserdem grosses Seegras und *Tolypella nidifica*.

35. Nahe der Küste, Hoch-Redlau gegenüber, $7^1/_2$ m. Sand; grosses Seegras, *Fucus vesiculosus, Dictyosiphon hippuroides, Fastigiaria furcellata, Ceramium rubrum, Polysiphonia violacea;* in grosser Menge *Polysiphonia nigrescens* und *Rhodomela subfusca*.

36. Zwei Seemeilen östlich von 35, 13 m. Sand und Muscheln; wenig *Rhodomela subfusca*.

37. Zwei Seemeilen südlich von 36, 12 m. Sand mit vielen Muscheln. Etwas *Ectocarpus litoralis*.

38. Zwei Seemeilen westlich von 37, dicht an der Anseglungstonne von Zoppot; 8 m. Sand und Muscheln mit *Polysiphonia nigrescens* und *Ectocarpus litoralis*.

39. Zwischen der Tonne und der Anlegebrücke von Zoppot, 5 m. Sand; *Tolypella nidifica, Polysiphonia violacea* und Massen von *Ectocarpus litoralis*.

40. Sechs Seemeilen von Zoppot in der Richtung auf Hela, 27 m. Blauer Schlick, keine Vegetation.

41. Vor Heisternest Leuchtthurm, 9 m. Weisser Sand und Muscheln, keine Algen.

42. Fünf Seemeilen nordwestlich von 41, 15 m. Sand, Muscheln und kleine Steine; keine Algen.

43. Fünf Seemeilen nordwestlich von 42, 19 m. Sand mit Muscheln, keine Algen.

44. Fünf Seemeilen von 43 in der Richtung auf Rixhöft, 13 m. Sand mit Muscheln, keine Algen.

45. Dicht östlich von Rixhöft, 12 m. Sand mit Muscheln; wenig *Polysiphonia nigrescens* und *Ceramium tenuissimum*.

46. Noch näher an Rixhöft heran, 7 m. Viel *Polysiphonia nigrescens* und etwas *Ceramium rubrum*.

47. Zweieinhalb Seemeilen westlich von Gr. Dirschkeim, südwestlich von Brüsterort; 25 m. Sand, keine Algen.

48. Zweieinhalb Seemeilen nordöstlich von 47, ungefähr zweieinhalb Seemeilen westlich von Brüsterort, 30 m. Sand mit Muscheln, keine Algen.

49. Eine Seemeile nordwestlich von Brüsterort; 16 m. Sand, keine Algen.

50. Dicht nördlich von Brüsterort, 12 bis 6 m. Sand mit Thonschollen, darauf viel *Ceramium rubrum* und dieses wie der Thon bedeckt mit Rasen von *Cladophora rupestris*.

51. Drei Seemeilen nordöstlich von 50, 25 m. Sand und Steine; ein kopfgrosser Stein trug *Lithoderma fatiscens* und *Hildenbrandtia rosea*.

52. Vier Seemeilen von 51, Richtung auf Cranz, 25 m. Kies, keine Algen.

53. Vier Seemeilen von 52, Richtung auf Cranz, 21 m. Sand, Thon, Muscheln. Sehr wenig *Sphacelaria arctica* und *Fastigiaria furcellata*.

54. Fünf Seemeilen von 53, Richtung auf Cranz, 17 m. Sand, Steine. *Lithoderma fatiscens* und wenig *Fastigiaria furcellata*.

55. Dicht vor Cranz, 6 m. Sand und Steine, keine Algen.

56. Nördlich Garbseiden, 9 m. Kies und Steine; *Cladophora rupestris, Fastigiaria furcellata, Ceramium rubrum, Polysiphonia nigrescens*.

57. Dicht östlich der Spitze von Alknicken, 8 m. Sand; reicher Algenwuchs: *Cladophora rupestris, Fastigiaria furcellata, Fucus vesiculosus, Ceramium rubrum, Ceramium tenuissimum*.

58. Dicht nördlich Neukuhren, 7 m. Sand mit Muscheln; *Cladophora rupestris, Ectocarpus litoralis, Fastigiaria furcellata, Ceramium rubrum, Ceramium tenuissimum*.

59. Dicht nördlich Georgenswalde, 12 bis 6 m. Sand und Steine; *Cladophora rupestris, Ectocarpus confervoides, Fastigiaria furcellata, Ceramium tenuissimum*, reichlich *Polysiphonia nigrescens*.

60. Kreislacken-Gründe, westlich Kreislacken, südsüdwestlich von Brüsterort, 9 m. Sand, Steine, Muscheln; reicher Algenwuchs: *Ectocarpus litoralis, Fastigiaria furcellata, Ceramium rubrum, Polysiphonia nigrescens*.

61. Rand der Palmnicken-Bank, 14 m. Grober Sand, keine Algen.

62. Dicht westlich Palmnicken, 9 bis 6 m. Sand, Steine; *Lithoderma fatiscens, Ceramium rubrum, Polysiphonia nigrescens, Fastigiaria furcellata*.

63. Dicht westlich Wachberg, 8 bis 6 m. Sand und Steine; *Cladophora rupestris, Fastigiaria furcellata, Ceramium rubrum, Ceramium tenuissimum, Polysiphonia nigrescens*.

64. Rothener Bank, 7 bis 6 m. Steiniger Grund; reichlich: *Ceramium rubrum, Ceramium tenuissimum, Fastigiaria furcellata*.

65. Dicht westlich Littausdorf, 7 m. Sand; etwas *Ceramium rubrum* und *Ceramium tenuissimum*.

66. Dicht westlich St. Adalberts Kreuz, 7 bis 6 m. Sand und Schlick, keine Algen.
67. Dicht westlich Kurhaus Pfannkuchen, 7 m. Sand, etwas *Cladophora sericea* (?) und *Ceramium rubrum*.
68. Dicht westlich Mövenhaken, 5 m. Feiner Sand, keine Vegetation.
69. Dicht westlich Grossbruch, 8 m. Sand, keine Vegetation.
70. Dicht vor den Meilenbaken nördlich von Neukrug, 6 m. Sand, keine Vegetation.
71. Dicht vor Kameelrücken, 6 m. Sand, keine Vegetation.
72. Fünf Seemeilen westnordwest von 71, 30 m. Sand und Muscheln, keine Vegetation.
73. Dicht vor der Bake gegenüber Bolewinkel, 9 m. Sand mit Muscheln, keine Vegetation.
74. Vier Seemeilen westnordwest von 73, 19 m. Sand und Muscheln, keine Algen.
75. Dicht westlich der Mündung des Weichseldurchstichs, 8 m. Sand und Muscheln, keine Vegetation.
76. Dicht nördlich der Tonne von Neufähr, 13 m. Sand mit Muscheln, keine Vegetation.
77. Eine Seemeile nördlich Bad Heubude, 9 m. Sand mit Thon, reicher Algenwuchs: *Ectocarpus confervoides*, *Stictyosiphon tortilis*, *Polysiphonia nigrescens*.
78. Dicht nördlich Bad Weichselmünde, 5 m. Sand mit Muscheln; viel *Ectocarpus confervoides; Polysiphonia violacea*, *Ceramium tenuissimum*.
79. Dicht westlich der Anseglungstonne von Neufahrwasser, 7 m. Sand mit Muscheln; *Tolypella nidifica*, viel *Ectocarpus confervoides: Polysiphonia nigrescens Polysiphonia violacea*, *Ceramium tenuissimum*.
80. Dicht vor Glettkau, 8 m. Sand mit Muscheln; *Ectocarpus confervoides*, *Polysiphonia nigrescens*, *Ceramium tenuissimum*.

Die vorstehenden Fundorte beziehen sich durchweg auf sublitorale Vegetation. Die litorale Algenvegetation, namentlich auch die emergirende, scheint in der östlichen Ostsee eine sehr dürftige zu sein. Darum wurde auch kein Gewicht darauf gelegt, dieselbe an zahlreichen Einzelpunkten zu untersuchen, weil dies zu zeitraubend gewesen wäre, und die zur Verfügung stehende Zeit auf die Untersuchung des Meeresgrundes verwandt werden musste; auch ist es verhältnissmässig leicht, gelegentlich vom Lande aus die an der Wassergrenze wachsenden Algen einzusammeln.

Folgende Küstenpunkte gelangten zur Untersuchung:

A. Ich selbst sammelte an Steinen und Pfählen der Ostmole der Weichselmündung bei Westerplatte: *Enteromorpha compressa* und *intestinalis*, *Urospora penicilliformis*, *Phormidium Sophiae*, *Calothrix scopulorum*, *Ectocarpus confervoides*.

Herr Major Reinbold untersuchte die Pfähle bei Putzig, Zoppot, Pillau und Cranz und fand daselbst:

B. Hafen von Putzig: *Enteromorpha compressa* und *clathrata; Urospora penicilliformis; Phormidium Sophiae*, *Cladophora sericea*, *Ectocarpus confervoides*.
C. Bei Zoppot: *Enteromorpha compressa*, *Ectocarpus litoralis*.
D. Am Hafen von Pillau: *Enteromorpha intestinalis*, *Enteromorpha compressa*, *Cladophora fracta*.
E. Bei Cranz: *Cladophora sericea*, *Enteromorpha intestinalis*, *Calothrix scopulorum*

Endlich sei noch erwähnt, dass in der Danziger Bucht während der Zeit unserer Untersuchung ungeheure Massen von *Nodularia spumigera* trieben, die nicht selten wie eine dicke gelbe Rahmschicht an der Oberfläche sich absetzten

Ueber den

Stoffwechsel im Meere.

Von

Prof. K. Brandt.[1])

---

[1]) Der nachstehende Aufsatz ist ein unveränderter Abdruck meiner Rektoratsrede (Kiel, März 1899). Nur die Einleitung ist fortgelassen.

Der Kreislauf des Stoffes in der Natur überhaupt gestaltet sich im wesentlichen so, dass Bestandtheile der Luft, des Wassers und der Erde von den Pflanzen in lebendige Substanz verwandelt werden, dass die Thiere sich direkt oder indirekt die von den Pflanzen producirte organische Substanz durch Fressen aneignen, und dass endlich Thiere wie Pflanzen nach dem Tode in Folge der Lebensthätigkeit von bestimmten Bakterien wieder in dieselben anorganischen Stoffe zerfallen, aus denen die Pflanzen organische Substanz aufzubauen vermögen.

Nur die Pflanzen sind vermöge des Besitzes von Chlorophyllkörpern imstande bei Gegenwart von Licht organische Stoffe aus Kohlensäure, Wasser und einer Anzahl von Salzen zu bilden.[1]) Dagegen müssen alle Thiere die gesammte organische Substanz, die sie zum Aufbau ihres Körpers und zum Lebensunterhalt gebrauchen, aus dem Pflanzenreiche beziehen. Daraus folgt unmittelbar, dass in einem grösseren Landgebiete der Bestand an Organismen sich unter natürlichen Verhältnissen in der Weise regelt, dass die Gesammtmasse der Thiere, als der ausschliesslichen Consumenten, geringer sein muss als die der Producenten, der Pflanzen. Verschiebt sich das Verhältniss, so muss nothwendigerweise ein Theil der Thiere hungern, oder sogar zu Grunde gehen. Aus demselben Grunde muss auch im allgemeinen, wenn man die Landthiere allein ins Auge fasst, die Masse der Fleischfresser geringer sein als die der Pflanzenfresser.

Die Pflanzen können aber die ausserordentlich wichtige Thätigkeit der Bildung von organischen Substanzen, die ihnen im Haushalte der Natur zukommt, nur dann ausführen, wenn ihnen die unentbehrlichen anorganischen Nährstoffe in Gestalt von Verbindungen mindestens 11 oder 12 ganz bestimmter chemischer Elemente zur Verfügung stehen. Fehlt ein einziger dieser unentbehrlichen Nährstoffe, so wächst die Pflanze überhaupt nicht. Wird die betreffende Verbindung der Pflanze in verhältnissmässig sehr geringer Menge dargeboten, so wächst sie nur ganz kümmerlich; setzt man dann aber noch mehr von der betreffenden Nährsubstanz zu, so findet eine entsprechend stärkere Entwicklung statt. Das Wachsthum der Pflanze richtet sich also nach Maassgabe desjenigen Nährstoffes, der ihr im Minimum dargeboten wird. Die Entdeckung dieses fundamentalen Gesetzes des Minimum verdanken wir Liebig, dem Begründer der Agrikulturchemie.

In den meisten Fällen hängt die Produktion an Pflanzensubstanz von der Menge der im Boden vorhandenen anorganischen Stickstoff-Verbindungen ab. Durch die Stickstoffdüngung kann bekanntlich die Pflanzenproduktion in ausserordentlichem Maasse gesteigert werden. Das geschieht aber nur bis zu einem für die betreffende Pflanzenart charakteristischen Maximum. Darüber hinaus wirkt weiterer Zusatz von Stickstoffverbindungen als Gift.

In der Natur kommen die anorganischen Stickstoffverbindungen in dreierlei Gestalt vor: in Form von Ammoniak, von salpetersauren und von salpetrigsauren Salzen (Nitraten und Nitriten). Da keine Pflanze, ohne in ihrer Umgebung anorganische Stickstoffverbindungen zu finden, wachsen kann, und die Pflanzen ja wieder die unentbehrliche Voraussetzung für die Existenz der Thiere bilden, so ist auch alles Leben auf unserer Erde

[1]) Es ist nur eine Ausnahme von der Regel, dass nur die chlorophyllhaltigen Pflanzen bei genügender Belichtung aus Kohlensäure und Wasser Kohlenhydrate erzeugen können, bekannt. Wie Hüppe, Winogradsky u. A. bewiesen haben, können Nitromonaden (nitrificirende Bakterien) in Lösungen wachsen, die gar keinen organischen Kohlenstoff, sondern von Kohlenstoffverbindungen nur Kohlensäure enthalten. Diese Nitrobakterien bilden im Dunkeln aus Kohlensäure und Wasser ein der Cellulose nahestehendes Kohlenhydrat unter Sauerstoffausscheidung. Der Sauerstoff wird sofort zur Oxydation des Ammoniak zur Salpetersäure verbraucht. Vergl. E. Schulze (Ueber die Entstehung der salpetersauren Salze im Boden. Landw. Jahrb. d. Schweiz. 4. Bd. 1890.) und Kramer (Die Bakteriologie in ihren Beziehungen zur Landwirthschaft. Wien 1890.)

ganz wesentlich von dem Vorhandensein dieser Stickstoffverbindungen abhängig. Es ist daher von Wichtigkeit, den Kreislauf des Stickstoffs in der Natur näher ins Auge zu fassen.

Für die genannten drei Stickstoffverbindungen giebt es, soviel wir wissen, nur drei Quellen. Erstens enthalten sämmtliche lebenden Wesen stickstoffhaltige Substanzen, nämlich die Eiweisstoffe, die z. T. schon während des Lebens in Form von Stoffwechselprodukten (Harnstoff u. s. w.) abgeschieden werden, zum anderen Theile nach dem Tode der Organismen der Fäulniss unterliegen. Erst durch den Fäulnissprozess werden die eiweissartigen Substanzen zunächst in Ammoniak, dann aber auch weiter in Nitrite und Nitrate übergeführt, und damit wieder in eine Form gebracht, in der sie von den Pflanzen zur Bildung von Eiweiss verwendet werden können. Dieser ganze Umwandlungsprozess der Thier- und Pflanzenleichen in Kohlensäure, Wasser, Stickstoffverbindungen und andere anorganische Stoffe, den man als Fäulniss oder Verwesung bezeichnet, findet aber ausschliesslich durch die Lebensthätigkeit von ganz bestimmten Bakterien statt. Wenn diese nicht vorhanden sind, oder wenn sie nicht die ihnen zusagenden Lebensbedingungen finden, so unterbleibt die Fäulniss und damit die Nutzbarmachung der in den todten Körpern vorhandenen stickstoffhaltigen Substanzen für die späteren Geschlechter.

Aber nicht allein die Spaltung der Eiweisskörper, sondern auch die Ueberführung von Ammoniak in salpetrige Säure und schliesslich in Salpetersäure und ebenso der umgekehrte Prozess kommt im Ackerboden wie auch im Wasser nur durch die Lebensthätigkeit von Bakterien zu Stande. Eine, wie es scheint, über die ganze Erde verbreitete Art[1]) von sogenannten Nitrobakterien oder nitrificirenden Bakterien oxydirt Ammoniak zu salpetriger Säure und schliesslich zu Salpetersäure, wenn genügender Sauerstoffzutritt stattfindet. Der umgekehrte Prozess, die Reduktion, kommt durch andere Bakterienarten zustande, die man als denitrificirende bezeichnet, und die aus Salpetersäure erst salpetrige Säure, dann Ammoniak und schliesslich sogar freien Stickstoff bilden. Das Endprodukt dieser Reduktion besteht nachgewiesenermaassen in der Entbindung von freiem Stickstoff, der sich dem atmosphärischen Stickstoff beimischt und so für den Kreislauf des Stoffes zunächst verloren geht. Abgesehen von einer sogleich zu erwähnenden Ausnahme, kann nämlich der Stickstoff nur in gebundenem, nicht aber in freiem Zustande von den Pflanzen zur Bildung von Eiweiss verwendet werden.

Wenn also auch die Stickstoffverbindungen der Lebewesen grossentheils den späteren Organismen erhalten bleiben, so findet doch sicher auch ein gewisser, möglicherweise sogar ein ziemlich erheblicher Verlust an gebundenem Stickstoff durch die Lebensthätigkeit der denitrificirenden Bakterien statt. Der Bestand an Organismen müsste in Folge dessen zurückgehen, wenn nicht noch andere Quellen für gebundenen Stickstoff vorhanden wären. Der Verlust wird dadurch ausgeglichen, dass auf zweierlei Weise der in sehr grosser Menge vorhandene freie Stickstoff der Atmosphäre gebunden und damit für den Kreislauf des Stoffes verwerthbar gemacht wird, nämlich erstens durch den Blitz, überhaupt durch elektrische Entladungen, und zweitens durch die Symbiose von ganz bestimmten Landpflanzen mit gewissen Bakterienarten. Von allen Pflanzen können nur die Leguminosen, und auch diese nur dann, wenn in knotenartigen Anschwellungen ihrer Wurzeln bestimmte Bakterien leben, den freien Stickstoff der Atmosphäre binden und zur Bildung von Eiweissstoffen verwerthen. Ohne die Bakterien verhalten sich die Leguminosen, z. B. wenn sie in ausgeglühtem oder sonst sterilisirten Boden wachsen, im wesentlichen wie die übrigen Pflanzen.[2]) Für die Herstellung des Gleichgewichtes in der Natur ist wahrscheinlich der innige Bund zwischen den Leguminosen und gewissen Bakterienarten von erheblich grösserer Bedeutung, als die Bindung von Stickstoff durch den Blitz.

Soviel wir wissen, ist der Kreislauf des Stoffes, den ich eben in den Grundzügen skizzirt habe, im Meere im allgemeinen ebenso wie auf dem festen Lande. Auch im Wasser repräsentiren die Pflanzen allein die Urnahrung. Da sie nur bei genügender Belichtung organische Stoffe zu erzeugen vermögen, so kommen sie im Ozean nur in den oberen, genügend von Licht durchstrahlten Wasserschichten vor bis zu einer Tiefe

[1]) E. Schulze (Ueber die Entstehung der salpetersauren Salze im Boden. II. Landw. Jahrb. d. Schweiz. 5. Bd. 1891) führt an, dass Winogradsky durch Untersuchungen von Bodenproben aus verschiedenen Gegenden aller 5 Erdtheile und aus verschiedenen Klimaten festgestellt hat, dass überall dieselbe Art von nitrificirenden Bakterien vertreten war. Die betreffende Art oxydirt Ammoniak zu Nitriten und schliesslich zu Nitraten. Eine andere in der Gestalt abweichende Nitromonade vermag nur Nitrite in Nitrate umzuwandeln.

[2]) Vergleichende Kulturversuche haben ergeben, dass Nichtleguminosen (sowie Leguminosen ohne Bakterien) genau nach Massgabe von Stickstoffverbindungen Eiweissstoffe bilden und entsprechend wachsen, dass aber Leguminosen, wie Erbsen, Luzerne u. s. w., stets üppig wachsen und sogar einen hohen Eiweissgehalt besitzen, wenn sie in Symbiose mit Bakterien leben, und dass sie alsdann gar nicht durch Stickstoffdüngung beeinflusst werden, sondern ebenso stark Eiweissstoffe bei gänzlicher Abwesenheit wie bei reichlichem Vorhandensein von anorganischen Stickstoffverbindungen produciren. (E. Schulze a. a. O. 1888.)

von wenigen hundert Metern.[1]) Die Meerespflanzen sind ausserdem gleichfalls dem Gesetze des Minimum unterworfen. Man wird daher auch durch Analysen des Mediums, also des Wassers mit Einschluss der darin gelösten festen und gasförmigen Stoffe, ähnlich wie aus der Zusammensetzung des Ackerbodens, Schlüsse auf die Ertragsfähigkeit machen können. Endlich spielen auch die nitrificirenden und die denitrificirenden Bakterien im Süsswasser sowie nach Untersuchungen der neuesten Zeit augenscheinlich auch im Ozean eine sehr grosse Rolle.[2])

Die drei wiederholt genannten Stickstoffverbindungen sind ebenso wie ihre Salze sämmtlich sehr leicht löslich im Wasser. Deshalb wird durch die atmosphärischen Niederschläge stets ein Theil der im Ackerboden, überhaupt im festen Lande befindlichen Stickstoffverbindungen ausgewaschen.[3]) Das Ammoniak- und Salpetersäure-haltige Wasser fliesst durch Gräben und Bäche den Teichen, Seen und Flüssen zu und wird von den letzteren schliesslich ins Meer geführt. Das Festland büsst mithin an Stickstoffverbindungen ein, und das Meer müsste in gleichem Maasse an Stickstoffgehalt zunehmen. Der Verlust des Festlandes wird durch die Neubildung von gebundenem Stickstoff, die in geringem Maasse durch die Gewitter, in augenscheinlich sehr viel höherem Grade durch die Knöllchenbakterien der Leguminosen stattfindet, beständig gedeckt. Im Meere aber müsste man ein sehr viel üppigeres Pflanzen- und Thierleben als auf dem Lande erwarten, weil das Meer im Laufe der ungeheuren Zeiträume, in denen nachweislich der Kreislauf des Stoffes sich in ganz ähnlicher Weise wie jetzt auf unserem Planeten abgespielt hat, in ganz ausserordentlicher Weise an Stickstoffverbindungen bereichert worden ist. Es müsste sogar durch die beständige Zufuhr von Stickstoffverbindungen schon nach einigen Hunderttausenden oder Millionen von Jahren das Meerwasser vergiftet und das Leben im Meere vernichtet worden sein.[4]) In Wirklichkeit ist aber weder eine Unterbrechung der Continuität des Lebens im

[1]) Vor der Plankton-Expedition waren lebende Pflanzen nur bis höchstens 200 Faden (360 m) nachgewiesen worden. Ich habe dann auf Grund von Untersuchungen während und nach der Plankton-Expedition über das Vorkommen von lebenden Plankton-Pflanzen — besonders von *Halosphaera viridis* — in grossen Meerestiefen (bis zu Tiefen von 2000 m und mehr) berichtet. Ueber die biologischen Untersuchungen der Plankton-Expedition (Verhandl. d. Gesellsch. f. Erdk. Berlin 1889). Ueber die Schliessnetzfänge der Plankton-Expedition (Ges. Deutsch. Naturf. u. Aerzte in Lübeck 1895).

Chun hat die Annahme ausgesprochen, dass es sich in diesem Falle um Ruhezustände gehandelt habe (Die pelagische Thierwelt in grossen Tiefen. Ges. D. Naturf. u. Aerzte in Bremen 1890.)

Cohn hat ganz unberechtigter Weise diese Annahme zur Thatsache erhoben und durch eine Abbildung des Ruhezustandes ergänzt. (Die Pflanze. 2. Aufl. Breslau 1897. 2. Bd. S. 352.)

Es haben sicher nicht Ruhezustände, sondern gewöhnliche vegetative Zustände von Halosphaera vorgelegen, wie ich 1895 (a. a. O.) näher ausgeführt habe.

[2]) Die Bedeutung der einzelnen Arten von Fäulnissbakterien ist freilich bisher nur für das Land und das Süsswasser näher untersucht worden. Für die im Ozean überhaupt vorkommenden Bakterien verdanken wir B. Fischer die grundlegenden Untersuchungen. (Die Bakterien des Meeres. Ergebn. d. Plankton-Exped. Kiel 1894.) Er hat nicht allein eine Anzahl von Meeresbakterien näher charakterisirt, sondern auch die ersten Untersuchungen über die Dichtigkeit ihres Vorkommens in horizontaler und vertikaler Hinsicht ausgeführt. Es bedarf jedoch noch näherer Untersuchungen über die Bedeutung der Meeresbakterien für den Stoffwechsel im allgemeinen.

Dass aber nitrificirende und denitrificirende Bakterien im Meerwasser vorhanden sind, geht aus den Untersuchungen von Vernon im Golf von Neapel hervor. (The Relations between Marine Animals and Vegetable Life. Mitth. Zool. Stat. Neapel. 13. Bd. 3. Heft. Berlin 1898.)

[3]) Wie E. Schulze (Die Stickstoffversorgung der Pflanze und der Kreislauf des Stickstoffs in der Natur. Landw. Jahrb. d. Schweiz. 2. Bd. 1888. S. 82) angiebt, beträgt nach Untersuchungen von Lawes, Gilbert u. A. der Verlust durch die Drainage im Durchschnitt von 30 Jahren pro ha und Jahr 11,2—13,4 kg Stickstoff (in gebundener Form), falls keine Stickstoffdüngung stattgefunden hatte, dagegen bis 48,3 kg Stickstoff, wenn eine Stickstoffdüngung angewandt war. Dieser Verlust übersteigt im Durchschnitt die Stickstoffmenge, welche dem Boden in den atmosphärischen Niederschlägen zufliesst, denn 1 ha Land erhält jährlich nur 12 kg Stickstoff in Form von Ammoniak und Salpetersäure in den atmosphärischen Niederschlägen zugeführt.

[4]) Eine nur ganz annähernde Berechnung habe ich in folgender Weise ausgeführt. Für den Rhein habe ich in der mir zugängigen Litteratur die 3 in Betracht kommenden Werthe gefunden: Grösse des Stromgebietes = 224000 qkm, Ausflussmenge = 2000 cbm in der Sekunde und Gehalt an gelösten Stickstoffverbindungen mindestens 2—3 gr Stickstoff pro cbm. Der Umfang der grösseren Stromgebiete der Erde wird in Hickmann's Universal-Taschen-Atlas einzeln angegeben. Bei Addition der Zahlen erhält man den Werth 30936000 qkm, der 244 mal so gross ist als der vom Rhein allein. Da nur für Europa auch die kleineren Flüsse (bis zur Weser hinab) angegeben werden, für die anderen Welttheile aber nur die grossen Ströme (für ganz Amerika z. B. überhaupt nur 8), so wird der erhaltene Werth auf 300 abzurunden sein.

Der Rhein führt jährlich 65336 Millionen cbm Wasser ins Meer. Wenn 1 cbm nur 2 gr Stickstoff enthält, so würden 130636 Millionen gr Stickstoff jährlich dem Ozean zugeführt werden. Nimmt man die Ausflussmenge aller anderen Flüsse der Erde 300 mal so gross an, als die des Rheines, so beträgt die Gesammt-Stickstoffzufuhr (zu 2 gr pro cbm gesetzt) jährlich 39180800 Millionen gr Stickstoff.

WOODS HOLE LIBRARY

Ozean, noch ein auffallender Reichthum an lebenden Wesen oder an Stickstoffverbindungen im Meere nachweisbar. Im Gegentheil lassen schon die wenigen bis jetzt vorliegenden Untersuchungen erkennen, dass der Gehalt des Meerwassers an gebundenem Stickstoff ein recht geringer ist, und dass augenscheinlich gerade die Stickstoffverbindungen — dem Gesetze des Minimum entsprechend — die Produktionsbedingungen im Meere ebensogut wie auf dem Festlande beherrschen. Bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntniss wird dieser Widerspruch nur durch die Annahme verständlich gemacht, dass die denitrificirenden Bakterien im Ozean den Ueberfluss an Stickstoffverbindungen zerstören, und dass sie es sind, die das vorhandene Gleichgewicht im Haushalte der Natur herstellen.[1]) Die Unterscheidung der verschiedenen bei Fäulnissprozessen im Meere betheiligten Arten von Bakterien, die Untersuchung ihrer Wirkungsweise und die nähere Feststellung ihrer Existenzbedingungen sowie ihrer Verbreitung im Meere wäre von grosser allgemeiner Bedeutung.

Ausser der Kenntniss vom Kreislauf des Stoffes überhaupt, ist zum gründlicheren Verständniss der Vorgänge in der Natur und zur Lösung von praktisch wichtigen Fragen die Kenntniss von der Zusammensetzung und dem Stoffwechsel der für uns in Betracht kommenden Pflanzen und Thiere, die Kenntniss ihrer Abhängigkeit von den äusseren Lebensbedingungen und der Bedeutung wenigstens der häufigsten Arten im Haushalte der Natur erforderlich.

Von den Forschungen in dieser Richtung und von der wissenschaftlichen Erkenntniss des Zusammenhanges der zahllosen, in Beziehung zu einander stehenden Faktoren hat die praktische Landwirthschaft den grössten Nutzen gezogen. Auch die Teichwirthschaft hat sich schon manche Errungenschaften der Wissenschaft mit Vortheil angeeignet. Und so wird man auch erwarten dürfen, dass für die Bewirthschaftung des Meeres sich gleichfalls Prinzipien werden ableiten lassen, mit Hülfe deren die natürliche Produktion in möglichst zweckmässiger Weise ausgenutzt werden kann. Die Kultur des Landes hat zum Zweck die Produktion einer möglichst grossen Nahrungsmenge mit möglichst geringem Kosten- und Arbeitsaufwand. Das Bestreben geht dahin, die Ertragsfähigkeit durch Aufsuchen der Ursachen und durch Fernhaltung schädlicher Einflüsse möglichst zu steigern. In ähnlicher Weise muss man auch aus dem Meere eine möglichst grosse Menge von nutzbaren Produkten zu gewinnen suchen. Dazu ist vor Allem die Feststellung des wirklichen Ertrages nothwendig, den der Ozean überhaupt oder auch nur bestimmte Meeresabschnitte im Vergleich zum kultivirten Lande liefern. Diese Erkenntniss bietet die sicherste Grundlage nicht allein für einen rationellen Betrieb der Seefischerei, sondern auch für die Ermittlung der Ursachen der Produktivität und für die Einsicht in den ganzen Stoffwechsel des Meeres.

Für das kultivirte Land liegt eine zuverlässige Statistik der Ernteerträge vor. So liefert z. B. 1 ha Wiesenland in Deutschland durchschnittlich 3120 kg Heu pro Jahr.[2]) Um diesen Ertrag mit der Produktion

Dieser Stickstoffmenge steht die Gesammtwassermasse des Ozeans gegenüber: 1286 Millionen cbkm. Das Verhältniss ist also 30467 gr N zu 1 cbkm (= 1 Milliarde cbm.) Es kommt also 1 gr Stickstoff auf 32789 cbm in einem Jahre. In 100000 Jahren 3 gr auf 1 cbm, in einer Million Jahre 30 gr Stickstoff auf 1 cbm u. s. w. Ein solcher Stickstoffgehalt, der einem Ammoniakgehalt von 36 gr oder einem Salpetersäuregehalt von 135 gr pro 1 cbm entspricht, wird den allermeisten Pflanzen und Thieren des Meeres die Existenz unmöglich machen. Dass die von mir zu Grunde gelegten Werthe um ein Vielfaches, etwa um das Hundertfache, zu hoch angenommen seien, glaube ich nicht. Im Gegentheil scheinen mir die Werthe zu gering veranschlagt. Es ist auch z. B. die Zufuhr von Stickstoffverbindungen durch die atmosphärischen Niederschläge ganz ausser Acht geblieben. Gegenüber den ungeheuren Zeiträumen, die in Betracht kommen, ist die Zahl von einigen Hunderttausenden oder einigen Millionen Jahren sehr geringfügig.

[1]) Die einzige Andeutung nach dieser Richtung hin, habe ich in der vorzüglichen Arbeit von E. Schulze (a. a. O. 1888 p. 83) gefunden. Schulze weist darauf hin, dass die Stickstoffmenge, welche in Form von Fischen und anderen Meeresthieren sowie von Tang u. s. w. dem Meere entnommen wird, zweifellos nur einen geringen Bruchtheil der grossen Stickstoffquantität ausmacht, welche durch die Flüsse ins Meer geschwemmt wird. „Dass durch die besprochenen Vorgänge eine stetige Zunahme der Stickstoffverbindungen im Meerwasser verursacht werden müsse, lässt sich übrigens nicht ohne Weiteres behaupten. Denn es kann bei der Fäulniss und Verwesung organischer Substanzen im Meerwasser freier Stickstoff sich bilden, welcher dann vom Wasser an die Atmosphäre abgegeben wird."

[2]) Nach dem statistischen Jahrbuch für das deutsche Reich 11. Jahrg. Berlin 1890 hat der durchschnittliche Ernteertrag für 1878/87 jährlich pro 1 ha 3,12 Tonnen = 3120 kg Wiesenheu betragen. Den höchsten Ertrag in Deutschland liefert die Provinz Berlin mit 10,47 Tonnen, also mehr als dreimal soviel als das Mittel.

Nach den Wolff'schen Tabellen enthalten 1000 Theile Wiesenheu 15,5 Theile Stickstoff, 1000 Theile Fettweide aber 25,5 Stickstoff. Also werden jährlich pro Hektar durchschnittlich mit dem Wiesenheu 48,36 kg, durch die Fettweide 79,5 kg Stickstoff entnommen. (Vergl. Fütterungsnormen im landwirthschaftlichen Kalender 1899 Tabelle S. 109). Wachsende Rinder brauchen 4,0 kg stickstoffhaltige Substanz täglich für 1000 kg Lebendgewicht, bezw. 4,0 : 6,25 = 0,64 kg Stickstoff. Der Jahresbedarf beträgt mithin 233,6 Stickstoff für 1000 kg Lebendgewicht.

an Pflanzensubstanz einer ebenso grossen Fläche, die mit bestimmten Cerealien bestellt ist, oder mit der Bildung von Pflanzensubstanz in einem Teiche von bestimmter Grösse vergleichen zu können, muss man die chemische Zusammensetzung der in Betracht kommenden Pflanzen kennen. Man kann dann die verschiedenen Pflanzen direkt nach ihrem Eiweissgehalt, ihrem Gehalt an Fett u. s. w. unter einander vergleichen, und sie weiterhin, nachdem man durch Verdauungsversuche ihren Nährwerth bestimmt hat, auch in dieser Hinsicht in Parallele bringen.

Schwieriger und weniger genau ist die jährliche Fleischproduktion für die Flächeneinheit festzustellen. Am zuverlässigsten ist noch die direkte Bestimmung des Fleischertrages, indem man feststellt, wieviel Jungvieh z. B. auf einer bestimmten Fläche bebauten Landes jährlich gross gezogen werden kann. Nach den von Viebahn gegebenen Daten liefert 1 ha kultivirtes Land in Preussen einen jährlichen Ertrag von 83,5 kg Rindfleisch.[1])

Aehnlich wie auf dem Lande, kann man auch im Wasser, wie zuerst Hensen unter Entwicklung der dazu geeigneten Methoden gezeigt hat, den Ertrag in doppelter Weise festzustellen suchen: erstens indem man für vollkommen abfischbare Teiche durch Wägung der gefangenen Fische feststellt, wieviel nutzbares Fleisch pro Flächeneinheit und Jahr produzirt wird, und zweitens indem man untersucht, wieviel organische Substanz in Form von Pflanzen jährlich in einem bestimmten Wassergebiet erzeugt wird. Die Werthe bezüglich des Fleischertrages und der Produktion an Urnahrung werden in einem bestimmten Verhältniss zu einander und zu dem Ergebniss stehen, das durch chemische, bakteriologische und physikalische Untersuchungen desselben Gebietes bezüglich seiner Ertragsfähigkeit zu gewinnen sein wird.

Der Fleischertrag lässt sich mit voller Sicherheit nur bei solchen Fischteichen direkt bestimmen, die abgelassen und in Folge dessen vollkommen abgefischt werden können. Die ausgedehntesten Angaben darüber hat Susta in seinem wichtigen Buche über die Ernährung des Karpfens gemacht. Die allerschlechtesten Teiche liefern pro ha und Jahr 20 kg Karpfen. Grosse Teiche geben aber im allgemeinen einen 3—4mal, kleine einen etwa 6mal so grossen Ertrag. Dagegen können Dorfteiche (mit Jauchezufluss) bis zu 20mal soviel Karpfenfleisch ergeben.[2])

Die Ergebnisse der Teichwirthschaft geben uns auch einige Aufschlüsse über die Ursachen der verschieden starken Fleischproduktion. Teiche, die aus gedüngtem Boden oder wie die Dorfteiche von Dungstätten aus Zufluss erhalten oder die geradezu gedüngt werden, zeigen ein sehr üppiges Leben und liefern einen hohen Fleischertrag. Die Zufuhr von Stickstoffverbindungen ruft wie auf dem Lande so auch im Wasser eine ganz erhebliche Steigerung des Ertrages hervor. Es hat sich ferner ergeben, dass man den Karpfenertrag dadurch steigern kann, dass man mit stickstoffreichen Nährstoffen (Fleischmehl, Lupinensamen u. s. w.) füttert.

[1]) Vergl. Hensen, Resultate der statistischen Beobachtungen über die Fischerei an den deutschen Küsten. Im 3. Ber. d. Komm. z. Unters. d. deutsch. Meere. Berlin 1878. S. 170.

Die andere, theoretisch anscheinend gerechtfertigte Berechnung der Fleischproduktion aus dem Stickstoffgehalt der angebauten Pflanzen einerseits und dem Stickstoffbedürfniss der Nutzthiere andererseits, ist deshalb unzulässig, weil der Fleischansatz bei der Fütterung eines Thieres nicht proportional der Stickstoffzufuhr ist. Die Stickstoffzufuhr steigert vielmehr innerhalb weiter Grenzen den Stickstoffumsatz, und ein Fleischansatz bei Jungvieh z. B. kommt nur bei gemischter Nahrung und unter minimaler Verwerthung der dargereichten Eiweissstoffe zustande.

[2]) Die erste zuverlässige Ertragsberechnung für eine bestimmte Wasserfläche liegt von Hensen vor (3. Ber. d. Komm. z. Unters. d. deutsch. Meere 1878 S. 170). Der Hagener Teich bei Kiel liefert nach Angaben von Wittmack und Möbius pro 1 ha jährlich 76,5 kg Karpfenzuwachs.

Susta, (Die Ernährung des Karpfens und seiner Teichgenossen. Stettin 1888) macht S. 137 folgende Angaben: Die schlechtesten Teiche produciren 20—35 kg per Hektar. Zufriedenstellend ist ein Zuwachs von 40—60 kg p. ha, besonders bei grösseren Teichen. Grosse Teiche liefern auch 60—80, kleinere bis 110 oder 150 kg Zuwachs. Teiche mit regelmässigem Jauchezufluss produciren selten weniger als 150 kg, kleine Teiche derart aber auch 200—400 kg jährlichen Karpfenzuwachs pro Hektar. Den Gipfelpunkt der Produktivität pflegen die Dorfteiche zu erreichen, die unmittelbar von Wirthschaftshöfen reichlichen Jauchezufluss erhalten. Die Eigenschaft des Teichbodens hat in diesem Falle nicht viel zu sagen. „Ob solche Dorfteiche in guter oder schlechter Gegend vorkommen, der Jauchezufluss macht sie immer gut" (S. 137). „Ein junger Karpfen, welcher Ueberfluss an stickstoffhaltigen Futter hat, übertrifft an Fleisch- und Fettansatz das bestaufgefütterte Kalb" (S. 99).

Ich habe für den 6 ha grossen Cismarer Mühlenteich angeben können, dass der Ertrag pro ha und Jahr mindestens 65,5 kg, im Durchschnitt 106,5 kg und höchstens 164 kg Karpfen beträgt. (Das Stettiner Haff. 1895. Wiss. Meeresuntersuch. 1. Bd. Heft 2.)

Wie Cordian angiebt (Illustr. landw. Zeitg. 17. Jahrg. 1897), lieferte ein 400 qm grosser, seichter Dorfteich, auf 1 ha berechnet, im Jahre rund 850 kg Karpfenzuwachs.

Linke-Tharant (Ber. d. Fischerei-Vereins f. d. Prov. Ostpreussen 1898/99) theilt mit, dass ohne Fütterung und sonstige Pflege manche Teiche pro 1 ha noch nicht 10 kg, andere 150 kg Forellen jährlich liefern.

Auch bei dieser Zugabe von Stickstoffverbindungen werden ähnlich wie bei der Düngung die Nährstoffe wohl nicht ausschliesslich direkt gefressen, sondern dem Anscheine nach zum grösseren Theile indirekt von den Karpfen verwerthet. Das kann entweder in der Weise geschehen, dass die Nahrung von Mückenlarven, Würmern, Insekten u. s. w. aufgenommen und dann in umgewandelter Form von den Fischen verzehrt wird, oder auf grösseren Umwegen in der Weise, dass die Nährstoffe des Futters erst durch Bakterien zersetzt und in assimilirbare Form gebracht, dann von den Teichpflanzen aufgenommen werden, dass diese dann weiterhin von kleinen Thieren gefressen werden, und dass schliesslich die letzteren zusammen mit einem Theil der mikroskopischen Pflanzen den Karpfen zur Nahrung dienen.

Jedenfalls geht aus den Resultaten der Teichwirthe mit Sicherheit hervor, dass die Produktionsbedingungen im Wasser keineswegs ungünstig sind, und dass unter Umständen der Ertrag kleiner Wasserbecken bei Düngung sogar ein recht hoher werden kann[1]). Das ebenso einfache, wie zuverlässige Verfahren der direkten Bestimmung der Fleischproduktion ist bei grossen Seen oder gar beim Meere natürlich nicht anwendbar, weil hier ein vollständiges Abfischen gänzlich ausgeschlossen ist. Für solche Gebiete ist zunächst eine zuverlässige Fischereistatistik erforderlich. Nach den Fangerträgen der Fischer hat Hensen die jährliche Ausbeute in der Bucht von Hela zu 31,6 kg Fischfleisch (pro 1 ha Wasserfläche) berechnet. Ich habe nach einem anderen Verfahren den Fangertrag im Stettiner Haff auf etwa 100 kg (pro ha und Jahr) veranschlagen können und möchte jetzt behufs weiterer Verwerthung noch eine dritte Zahl anführen. Wie Heincke angiebt, beträgt der Werth der jährlich der Nordsee entnommenen Meeresprodukte etwa 100—150 Millionen Mark. Nach der britischen Fischereistatistik sind 5 kg Fische u. s. w. 1 ℳ werth. Der jährliche Fangertrag der ganzen Nordsee würde demnach 500—650 Millionen kg, der von 1 ha Nordseefläche 9—13,6 kg im Werthe von 1,8—2,7 ℳ betragen.[2])

Dieser Werth ist ganz auffallend gering. Man darf ihn aber nicht unmittelbar mit den Erträgen abfischbarer Teiche in Parallele bringen. Nur bei den letzteren sind Fangertrag und Fleischproduktion gleich. Bezüglich der Meeresprodukte aber ist es so, dass die Fischer nur das wirklich Verwerthbare an Land bringen, und das auch nur soweit, als sie seiner habhaft werden können[3]). Die wirkliche Produktion der Nordsee aber

[1]) Von grosser Wichtigkeit werden voraussichtlich die schon seit Jahrzehnten bei Süsswasserfischen begonnenen Untersuchungen über den Stoffwechsel im Fischkörper werden. Eine theoretische Berechnung des Nährstoffverhältnisses für den Karpfen hat Niclas ausgeführt. Danach müssen sich — hauptsächlich wegen des geringen Athembedürfnisses des Kaltblüters — die stickstoffhaltigen Futterbestandtheile zu den stickstofffreien wie 1 : 0,5 verhalten. (Lehrbuch der Teichwirthschaft. Stettin 1880 S. 205—211). Ferner hat Regnard neuerdings an einigen Süsswasserfischen Experimente über das Athembedürfniss angestellt. (La vie dans les eaux. Paris 1891.) Auf Grund dieser direkten Untersuchung hat Zuntz das Erhaltungsfutter pro 1 kg Karpfen in 24 Stunden bei + 20° C = 9,32 Cal. entsprechend bei 90% Ausnützung 2,3 gr Eiweiss oder 1,05 Fett oder 0,525 gr Fett + 1,15 gr Eiweiss berechnet (vergl. Knauthe, Untersuchungen über Verdauung und Stoffwechsel der Fische. Zeitschr. f. Fischerei 1897 S. 199). Es wäre nun vor allem nöthig, den Stickstoffumsatz im Fischkörper und den Fleischansatz durch direkte Untersuchung kennen zu lernen. Knauthe hat in neuester Zeit diese wichtige Frage schon in Angriff genommen. Nach Susta sollen die Karpfen von den stickstoffhaltigen Futterstoffen nur den dritten bis fünften Theil als Fleisch ansetzen (Susta, S. 246).

[2]) In seiner Dissertation (Eine neue Berechnung der mittleren Tiefen der Ozeane. Kiel 1894) giebt Karl Karsten die Fläche der Nordsee zu 547 623 qkm, das Volumen zu 48 718 cbkm und die durchschnittliche Tiefe zu 48 Faden (0,089 km) an. (Die entsprechenden Werthe für die gesammte Meeresdecke der Erde sind: Fläche 367 868 385 qkm, Volumen 1 285 935 211 cbkm und mittlere Tiefe 3,496 km. Karsten S. 30). — 1 qkm ist = 100 Hektar. Der Durchschnittswerth 5 kg Fische = 1 Mark ist dem „Board of Trades" für 1893 entnommen.

Heincke, Die Erforschung der deutschen Meere im Dienste der Seefischerei. Mitth. Seefisch.-Ver. 1896. Heft 10 und 11.

Ehrenbaum hat sich das Verdienst erworben, eine neue Berechnung des Fischereiertrages der Nordsee unter Berücksichtigung der vorliegenden Statistik ausgeführt zu haben (Mitth. d. deutsch. Seefisch.-Ver. 15. Bd. Februar 1899). Er ist zu etwas anderen Werthen gelangt, als ich sie oben angegeben habe. Vor allem hält er es für feststehend, „dass dieser wahre Ertrag sich nicht auf weniger als 150 und nicht auf mehr als 180 Millionen Mark beziffert." Als Durchschnittswerth für ½ kg Fische legt er 9,36 Pfennige zu Grunde. Er giebt in Folge dessen den mittleren Jahresertrag der Nordsee zu 2,87 Mark oder 15,3 kg pro Hektar und Jahr an.

Er ist aber im Irrthum, wenn ihm auf Grund dieser Zahlen die „Produktionskraft" dieses wichtigen Fischereigebietes ausserordentlich gering erscheint (S. 38). Die Statistik kann nur über die Fangerträge Aufschluss geben. Es ist ferner nicht richtig, dass Hensen nach Angaben von Wittmack, Möbius und Viebahn auch den Ertrag der Ostsee bei Eckernförde und bei Hela berechnet hat (S. 39).

[3]) Die Unvollkommenheit der angewandten Apparate, die starke Vertheilung der Fangobjekte im Meere und eine ungenügende Kenntniss der Art des Vorkommens mancher Nutzfische können also den Fangertrag in hohem Grade beeinflussen. Die Fischereigeräthe können z. B. in doppelter Hinsicht unvollkommen sein: einmal insofern, als sie nicht ausreichen, um gewisse stark verstreute und geschickt ausweichende Nutzfische in lohnender Weise zu fangen, andererseits insofern, als die Geräthe und Methoden, die für die leichter zu fangenden Bodenfische angewandt werden, mit Recht beschuldigt werden, in schonungslosester Weise einen grossen Theil des Nachwuchses von Nutzfischen zu vernichten.

ist jetzt noch vollkommen unbekannt. Ferner kann man wohl in einem ablassbaren Teiche oder auf einem Acker die unnützen Mitesser zum grossen Theile fernhalten, im offenen Meere aber lässt es sich nicht verhindern, dass den für uns verwerthbaren Thieren durch solche Lebewesen, die für uns gar keinen Nutzen haben oder doch die Kosten für Fang und Transport nicht lohnen, eine starke Konkurrenz bezüglich der Ausnutzung der vorhandenen Nahrung bereitet wird. Ist es aus diesem Grunde einleuchtend, dass ein Meeresgebiet weniger an nutzbaren Produkten liefert, als bei sonst gleich günstigen Ernährungsverhältnissen ein Teich, so erscheint es mir doch im hohem Grade wahrscheinlich, dass der jetzige Fangertrag der Nordsee nur einen Bruchtheil der im Jahre wirklich produzirten nutzbaren Thiere repräsentirt. Wenn etwa die Fischer alles fingen, was an nutzbaren Produkten jährlich zuwächst, so würde die Nordsee unter Zugrundelegung des Geldwerthes nur höchstens ein Drittel von dem einbringen, was die allerschlechtesten Teiche pro Flächeneinheit liefern.

Da selbst die beste Fischerei-Statistik nur einen ungefähren Anhalt gewähren kann und mehr relativen als absoluten Werth hat, so ist die Möglichkeit keineswegs ausgeschlossen, dass der Fangertrag grösser ist, als er nach der Statistik sein sollte. Für das Gebiet des Stettiner Haffs habe ich solche mit grösster Sorgfalt aufgestellte Statistik geprüft und gefunden, dass etwa $2^1/_2$ bis 3 mal soviel gefangen worden sein muss, als die Statistik angab[1]). Mag nun auch die für die Nordsee angegebene Zahl der Wirklichkeit erheblich näher kommen, so schliesst sie doch sicherlich nicht alle der Nordsee entnommenen Meeresprodukte ein. So werden z. B. die ungeheuren Tangmassen, die zuweilen bei Stürmen auf den Strand geworfen und dann auf dem Lande nutzbringend weiter verwerthet werden, gewiss nicht mitgerechnet sein.

Unzweifelhaft wäre es am rationellsten, im Laufe eines Jahres soviel dem Meere an nutzbaren Produkten zu entnehmen, wie unter natürlichen Verhältnissen nachwächst. Es ist sowohl von Schaden, zu viel zu fischen, wie zu wenig. Man muss also einen Maassstab dafür gewinnen, wie weit die Fischerei ohne Schädigung nach der einen oder der anderen Richtung getrieben werden darf. Das ist aber nur möglich, wenn man den wirklichen Bestand kennen lernt.

Für diesen Zweck hat Hensen eine sinnreiche Methode eingeführt, mit Hülfe deren aus der Zahl der frisch abgelegten Eier die Menge der laichreifen Fische in dem betreffenden Gebiete berechnet werden kann. Der Gedankengang, der diesem Verfahren zu Grunde liegt, ist kurz folgender:

Ein grosser Theil der Nutzfische (Schellfische, Plattfische, Sprotten u. s. w.) legt Eier ab, die nicht zu Boden sinken, sondern stets frei im Wasser schweben bleiben. Man darf erwarten, dass diese flottirenden Eier wegen der Vertheilung der laichenden Fische selbst und wegen der Bewegungen des Wassers durch Wind, Wellen und Strömungen ziemlich gleichmässig vertheilt im Wasser anzutreffen sein müssen. Wenn man nun ein Netz, das feinmaschig genug ist, um alle Fischeier zurückzuhalten, bis zum Grunde hinablässt und dann senkrecht emporzieht, so fängt man alle in der abfiltrirten Wassersäule vorhandenen Eier und Fischlarven. Von solchen Vertikalzügen muss man an jedem Untersuchungstage eine grössere Anzahl wegen der eventuellen Verschiedenheit in der Zahl der Eier in einem grösseren Untersuchungsgebiet machen. Aus der Vertheilung der Eier kann man praktisch wichtige Aufschlüsse über Lage und Ausdehnung der Laichplätze, sowie über die besonders bevorzugten Aufenthaltsorte der laichreifen Fische ziehen. Ausserdem ist es nothwendig, während

[1]) Der Berechnung lagen zu Grunde erstens die Angaben über den angeblichen Fischereiertrag des Gebietes (3 179 707 kg im Werthe von 966 144 Mark) und zweitens die amtlich festgestellten Ermittelungen über die Zahl der an der Fischerei betheiligten Leute. Rechnet man nur die 2845 Berufsfischer des Gebietes, so würde auf den Einzelnen jährlich nur ein Fangergebniss von 339 Mark kommen. Das ist ganz unmöglich. Da noch etwa ebenso viel Personen, die in geringerem Grade an der Fischerei betheiligt sind, hinzukommen, so muss der wirkliche Fischereiertrag mindestens 2,5—3 mal so gross sein als er angeblich ist. (Nach Schätzung des Oberfischmeisters soll sogar die wirkliche Einnahme der Fischer mindestens 4 mal so gross sein.) Jedenfalls kann der wahrscheinliche Fangertrag der Fischer im unteren Oder-Gebiet nicht geringer sein als 90—108 kg im Werthe von 27,5—33 Mark pro 1 ha und Jahr. Der Geldwerth drückt den Fangerlös der Fischer aus, der Marktpreis ist in diesem Falle etwa doppelt so hoch (55—66 Mark). (Das Stettiner Haff. Wiss. Meeresuntersuch. 1. Bd. 1895.)

Ich verstehe nicht, warum Ehrenbaum der Ansicht ist, dass meine Ertragsberechnung für das Haff „auf leider nicht durchweg sicheren Grundlagen" ausgeführt sein soll. Im Gegentheil ist für die Nordsee die Zulässigkeit der statistischen Grundlage noch zu prüfen.

Um den Rohertrag des Wassers mit dem des Landes dem Geldwerthe nach vergleichen zu können, muss man die Fischereistatistik daraufhin prüfen, ob sie den Fangerlös der Fischer angiebt oder den Marktwerth der Fische. Nur der letztere Werth darf in Vergleich gezogen werden, weil die landwirthschaftliche Statistik den Werth der Produkte nach dem ortsüblichen Marktpreis angiebt. In den meisten Fällen muss man die von der Fischereistatistik gelieferten Geldwerthe erst umrechnen. Das habe ich für das Haff sowohl wie für die Teiche gethan. Für die Nordsee ist das vorläufig noch nicht möglich.

Vergl. Anm. 2 auf Seite 229.

der ganzen Laichperiode in gewissen Zeitintervallen Untersuchungsfahrten auszuführen. In jeder Stichprobe müssen die Eier und Larven nach Art und Entwickelungsstadium bestimmt und zugleich gezählt werden. Die genaue Untersuchung der in den Fangserien enthaltenen Eier giebt vor allem eine genaue Vorstellung von der wirklich vorhandenen Menge von Eiern der in Betracht kommenden Fischarten. Dann kann man durch quantitative Untersuchungen der einzelnen Entwickelungsstadien auch Anhaltspunkte für den Grad der Zehrung gewinnen, vorausgesetzt, dass man die Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien festgestellt hat. Verhältnissmässig am zahlreichsten sind natürlich die jüngsten Zustände, weil von ihnen noch nicht so viele gefressen sind wie von den älteren. Stellt man also fest, wieviel ganz junge, eben abgelegte Eier während einer ganzen Laichperiode in einem bestimmten Gebiete vorhanden sind, so kann man auch berechnen, wieviel laichreife Fische im Minimum auf dem betreffenden Laichplatz vorhanden sind. Das ist mit Sicherheit dann möglich, wenn man durch ausgedehnte Untersuchungen ermittelt hat, wieviel Eier während einer Laichperiode von den in Betracht kommenden Fischarten durchschnittlich abgelegt werden. Gleichzeitig angestellte statistische Ermittlungen über den Fang an erwachsenen Fischen in dem betreffenden Gebiete ermöglichen dann die Feststellung des Verhältnisses der gefangenen Fische zu den wirklich vorhandenen. Diese Methode ist bis jetzt das einzige Mittel, um wenigstens für eine grosse Anzahl von Nutzfischen den wahren Bestand an laichreifen Thieren kennen zu lernen. Ohne eine solche Kenntniss kann man aber weder das Gewässer voll ausnutzen noch umgekehrt eine Ueberfischung vermeiden. Bis jetzt ist das Verfahren nur in der Kieler Bucht und in der Nordsee (1895) angewandt worden[1]). Das Prinzip hat sich als richtig und durchführbar bewährt, doch müssen zur Sicherstellung der Befunde noch weitere Voruntersuchungen über die Fischeier und ihre Entwicklung ausgeführt werden. Studien in dieser Richtung sind für die Beantwortung von zahlreichen wissenschaftlich und praktisch wichtigen Fragen ganz unerlässlich. Viele Einzeluntersuchungen, die bisher wenig lohnend erschienen, weil ein höherer Gesichtspunkt fehlte, werden jetzt als unentbehrliche Grundlage für die Erreichung eines bestimmten Zieles von Wichtigkeit. —

Alle Nutzthiere des Wassers mit Einschluss der Fische können sich aber nur nach Maassgabe der von den Pflanzen erzeugten organischen Substanz entwickeln, und da überhaupt nur die Pflanzen organische Substanz erzeugen, so kann man auch die wirkliche Produktion, wie auf dem Lande durch Messung z. B. des Gras- oder Heuertrages, so auch im Wasser nur durch Ermittlung des jährlichen Ertrages an Pflanzensubstanz feststellen.

Die Produzenten des Meeres treten in zwei recht verschiedenen Formen auf: einerseits in Gestalt von mehr oder weniger grossen vielzelligen Uferpflanzen — Tange, Grünalgen, Rothalgen und Seegräser — und andererseits in Form von ausserordentlich kleinen einzelligen Organismen, die mit blossem Auge (abgesehen von ganz vereinzelten Ausnahmen) nicht mehr oder nur eben noch erkennbar sind. Die grossen Pflanzen sind in einem schmalen Küstenstreifen angesiedelt, während die mikroskopischen Pflänzchen sich nicht nur am Ufer und am Boden seichter Meerestheile, sondern auch als wesentlicher Bestandtheil des sog. Plankton frei im Wasser schwimmend oder schwebend finden. Die Ansichten über die Bedeutung der beiden Gruppen von lebenden Meerespflanzen im Haushalte des Meeres, der groben einerseits, der feinen andererseits, gehen noch weit auseinander, weil die bis jetzt ausgeführten Untersuchungen noch ungenügend sind.[2]) Wenn man aber den Ozean in seiner Gesammtheit ins Auge fasst, so ist unzweifelhaft die Masse und damit die direkte Bedeutung der Tange, Seegräser u. s. w. sehr gering gegenüber den winzigen Pflanzen des freien Wassers. Das Ufer wird nur von einem schmalen und zugleich recht lückenhaften Saum grosser Pflanzen umgürtet.

[1]) Hensen, Resultate der statistischen Beobachtungen über die Fischerei an den deutschen Küsten. 3. Jahresber. d. Komm. z. Unters. d. Meere Berlin 1878. S. 135—172.

Hensen u. Apstein. Die Nordsee-Expedition 1895 des deutschen Seefischerei-Vereins. Ueber die Eimenge der im Winter laichenden Fische. Wiss. Meeresuntersuch. 2. Bd. 2. Heft. S. 1—98.

[2]) Abgesehen von den schon in einer früheren Arbeit (Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Planktons. Wiss. Meeresunters. Bd. 3. 1898 S. 45 von mir angeführten Angaben von Möbius und Heincke sowie von Marschall, habe ich noch einige weitere Citate mitzutheilen. Während für die Süsswasserteiche Frenzel (Illustr. landwirthsch. Zeitung 15. Jahrg. 1895 Nr. 61) die Ufervegation als die fast allein für die Ernährung der Nutzfische in Betracht kommende Urnahrung ansieht und in Folge dessen die Uferflächen möglichst zu vergrössern empfiehlt, bezeichnet Susta in seinem ausgezeichneten Buche die Uferpflanzen für Karpfenteiche geradezu als Unkraut, das möglichst beseitigt werden muss, damit die kleinen Organismen sich voll entfalten können. Schiemenz (Untersuchungen über die Fischerei-Verhältnisse des kleinen Jasmunder Boddens. Mitth. Seef.-Ver. 1898 S. 400) hält es dann ähnlich wie Frenzel „für ganz verkehrt", den Nährwerth eines Gewässers für Fische lediglich aus Plankton-Untersuchungen kennen lernen zu wollen. Meine eigenen Anschauungen habe ich in der oben angeführten Arbeit kurz dargelegt.

Nur in seichtem Wasser ist der Pflanzenstreifen dicht, während nach dem tieferen Wasser hin die Vegetation bald spärlich und immer spärlicher wird.

Wäre das Festland, abgesehen von einem schmalen Streifen von dichtem Gebüsch, der die Meeresküsten begleitet, ganz vegetationslos, so würden sich nur sehr wenige grössere Thiere ernähren können. Man müsste sich aber die wüsten Kontinentflächen mehr als doppelt so gross denken, als sie sind, weil der Ozean mehr als $^2/_3$ der ganzen Erdoberfläche bedeckt. Die Verhältnisse werden in Wirklichkeit dadurch noch ungünstiger, dass — wenigstens an den deutschen Küsten — die betreffenden Pflanzen in lebendem Zustande nur von verhältnissmässig wenigen kleinen Thieren überhaupt gefressen werden. Es leuchtet daher ohne Weiteres ein, dass die Nahrung in anderer Form vertreten sein muss. In der That sind auch, um noch bei dem Bilde zu bleiben, die Büsche und der Boden des Strandes mit ausserordentlich kleinen Pflänzchen bedeckt, etwa vergleichbar den grünen Algen, welche die Baumstämme überziehen, oder kleinsten Flechten und Moosen. Diese schnell sich vermehrenden kleinsten Pflanzen der Uferregion werden augenscheinlich stärker gefressen, als die grossen Tangbüsche und die kieseligen harten Seegräser. Dazu kommt aber, dass man sich die ganze Kontinentmasse noch mit einem dichten wiesenartigen Ueberzuge bedeckt denken muss, auf dem die Fischschaaren, Antilopenheerden vergleichbar, grasend umherstreifen. Sandwüsten und Bergeinöden, in denen nur wenige Thiere ein kümmerliches Dasein fristen können, giebt es im Ozean nicht. Ueberall ist Vegetation vorhanden. Wie Schütt treffend sagt, glaubt der Seefahrer reines Wasser unter sich zu haben, während er in Wirklichkeit überall, auch mitten im Ozean, über eine reiche Pflanzenwiese dahinfährt[1]). Freilich ist es eine Wiese, auf der so ausserordentlich viel Weidethiere sich finden, dass der Bestand an Pflanzen stets gering erscheint, weil beständig die neu produzirte Pflanzensubstanz aufgefressen wird. Es besteht in Bezug auf Ernährung der Thiere zwischen den grossen und kleinen Pflanzen des Meeres ein ähnliches Verhältniss wie in unsern Breiten zwischen den Bäumen und den weichen Wiesenpflanzen des Landes. Die Tange und Seegräser wachsen, ähnlich wie die Bäume, weiter und fallen, weil sie nur wenig durch Frass in der Entwicklung gestört werden, sehr ins Auge. Auf der stark beweideten Wiese dagegen erscheint der Pflanzenbestand sehr spärlich, während doch in Wirklichkeit im Jahre eine ausserordentlich beträchtliche Menge von nutzbarer organischer Substanz gebildet wird.

Die ozeanische Wiese weicht, den besonderen Verhältnissen des Meeres entsprechend, stark ab von den Wiesen des Festlandes. In den oberen Schichten des Ozeans finden sich äusserst winzige Pflänzchen von der Grösse feinster Staubpartikel durch das Wasser vertheilt. Diese Pflanzen können die ins Wasser eindringenden Lichtstrahlen am vollkommensten ausnutzen und zugleich die im Wasser gelösten Nährstoffe am besten verwerthen, wenn sie möglichst gleichmässig vertheilt sind. Die unaufhörlichen Bewegungen des Ozeans führen schon eine recht gleichmässige Durchmischung herbei. Treten etwa trotzdem Dichtigkeitsunterschiede ein, so müssen sie sich immer in kurzer Zeit von selbst wieder ausgleichen. Sind die Pflänzchen an einer Stelle verhältnissmässig spärlich vertreten, so können sie das Licht und die Nährstoffe der Umgebung besser ausnutzen und sich schneller vermehren, als diejenigen Pflanzen, die etwa zu dicht zusammen gekommen sind. Ausserdem werden sehr bald die dichteren Ansammlungen von den Zehrern in höherem Grade in Anspruch genommen, als die mehr vertheilten Organismen.

Wie die Urnahrung selbst sind auch diejenigen kleinen Thiere, die zu ihrer Ernährung unmittelbar auf die Verwerthung der gleichmässig durch das Wasser vertheilten kleinen Pflänzchen angewiesen sind, nothwendigerweise ähnlich gleichmässig vertheilt. Auch die grösseren Plankton-Konsumenten mit Einschluss der Fische des freien Wassers sind — abgesehen von wenigen mehr gesellig lebenden Thieren — im allgemeinen der Vertheilung ihrer Nahrung entsprechend in ziemlich regelmässiger Weise durch das Wasser zerstreut. Besonders gilt das für den offenen Ozean, während in der Nähe der Küsten durch Wind, Strömungen und die Möglichkeit der Verwerthung von anderer Nahrung aus der Uferregion nicht selten Störungen der gleichmässigen Verbreitung grösserer Thiere bemerkbar werden. Noch grössere Störungen werden dadurch hervorgerufen, dass die Fische sich zur Laichzeit zusammenschaaren. Dann wird der Fang mancher Fischarten erst ergiebig, während er vorher wegen des zerstreuten Vorkommens der nur auf Nahrungserwerb bedachten Fische Mühe und Kosten nicht lohnte.

Die Ueberlegung, dass die Vertheilung der kleinen Organismen des freien Wassers eine recht gleichmässige sein müsse, hatte Hensen auf den Gedanken geführt, die Produktion an Urnahrung durch ein ähnliches

[1]) Schütt, das Pflanzenleben der Hochsee. Reisebeschreibung der Plankton-Expedition. Kiel 1892. S. 243.

Verfahren, wie er es für die Bestimmung der Fischeier angewandt hatte, festzustellen. Die von ihm begründete und nach allen Richtungen hin durchdachte Methode der quantitativen Planktonuntersuchung wird von grosser Tragweite für die ganze biologische Meeresforschung werden.

Die Gedanken, die der Methode Hensen's zu Grunde liegen, sind so umfassend, dass z. B. alle Untersuchungen über den Einfluss der Lebensbedingungen und über das Verhältniss der Meeresorganismen zueinander, über den Stoffwechsel und die chemische Zusammensetzung, über Qualität und Quantität der Pflanzen und Thiere des Wassers im ausgebildeten Zustande wie in allen Entwickelungsstadien, unter einen einheitlichen Gesichtspunkt zusammengefasst werden, und dass auch die bisher vereinzelt dastehenden Spezialuntersuchungen derart jetzt in inneren Zusammenhang gebracht werden [1]).

Es kommt in erster Linie darauf an, möglichst alle unter einem bestimmten Theil der Wasseroberfläche überhaupt vorhandenen Pflanzen zu fangen. Zu dem Zwecke hat Hensen das Verfahren eingeschlagen, mit Netzen aus dem feinsten filtrirenden Zeuge Vertikalzüge durch die ganze produzirende Wasserschicht zu machen und den Fang statistisch zu verarbeiten. Leider ist es selbst mit dem feinsten filtrirenden Netzzeug, das bis jetzt verfertigt ist, nicht möglich, auch die allerkleinsten Pflanzenformen, die zeitweise und in manchen Gegenden anscheinend in nennenswerther Menge vorkommen, zu fangen. Es müssen also für diese ganz kleinen Wesen noch besondere Methoden zur genauen quantitativen Bestimmung ersonnen werden [2]). So wünschenswerth eine

[1]) Die wichtigsten Schriften über die Planktonmethode sind folgende:

1) V. Hensen, Ueber die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Thieren. 5. Ber. Komm. Wiss. Untersuch. der Meere. Berlin 1887.
2) Schütt, Analytische Plankton-Studien. Kiel 1892.
3) Hensen, Methodik der Untersuchungen. Ergebn. d. Plankton-Exped. Kiel 1895.
4) Apstein. Das Süsswasserplankton. Kiel 1896.
5) Hensen u. Apstein, Die Nordsee-Expedition 1895 des deutschen Seefischerei-Vereins. Wissenschaftl. Meeresuntersuch. Bd. 2. Heft 2. Kiel 1887.
6) Brandt, Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Planktons. Wissensch. Meeresuntersuch. Bd. 3. Heft 3. Kiel 1898.

[2]) Dieses ergänzende Untersuchungsverfahren kann aber die Anwendung des Planktonnetzes nicht ersetzen, weil Filter, die auch die kleinsten Organismen zurückhalten, so ausserordentlich langsam das Wasser durchlassen, dass immer nur sehr kleine Wassermengen in relativ kurzer Zeit abfiltriren. Bei der quantitativen Methode muss aber die ganze producirende Wassersäule (die im offenen Ozean 400 m hoch zu rechnen ist = 30—40 cbm Meerwasser) möglichst schnell und gleichmässig abfiltrirt werden. Es kommt hinzu, dass nach allen bisher vorliegenden Untersuchungen der grössere Theil des Meeres-Plankton mit dem Planktonnetz wirklich gefangen wird. Auch das ist schon von Wichtigkeit, dass durch Hensen's Methode alle Organismen bis zu einer gewissen, sehr geringen Grösse hinab einer genauen quantitativ-statistischen Analyse unterworfen werden können. Den Maassstab absoluter Genauigkeit legt man selbst an die leichter ausführbaren und besser zu übersehenden Verhältnisse des kultivirten Landes nicht an. Hensen hat daher sehr recht, wenn er nicht zugeben will, dass es richtig wäre, zu sagen: „da solche Untersuchungen doch nicht ganz exakt auszuführen seien, könnten sie nichts nützen. Im gewöhnlichen Leben pflegen wir Gewicht darauf zu legen, zu wissen, ob unsere Nächsten knapp gestellt, wohlhabend oder reich sind. Dabei kommt es nicht darauf an, ob Millionär eine oder einige Millionen hat, ob ein Wohlhabender 6000 oder dreimal soviel Münzeinheiten einnimmt u. s. w." (Reisebeschreibung der Plankton-Expedition. Kiel und Leipzig 1892. S. 7.)

Neuerdings hat Kofoid behauptet, dass bisher der durch Anwendung von Seidengaze bedingte Verlust an Plankton ignorirt oder verkleinert worden ist, und dass der Umfang des Verlustes noch nicht geprüft worden sei. (On some important sources of error in the Plankton method. Science. Vol. VI. Dec. 1897.) Auf Grund seiner Versuche über den Verlust an Plankton beim Abfiltriren von heraufgepumptem Süsswasser behauptet er, dass die Volumbestimmung des Plankton nach der bisher angewandten Methode nicht allein unvollständig, sondern sogar irreführend ist. Mit Netzen aus feinster Seidengaze können „nur die grösseren Formen, wie die Entomostraken und die grösseren Räderthiere und Protozoen" in hinreichender Vollständigkeit gefangen werden, um nach der statistischen Methode bearbeitet zu werden. „Für die kleineren und oft sehr zahlreichen Planktonorganismen, wie Melosira, Peridinium, Dinobryon, Raphidium, Scenedesmus, Euglena, Trachelomonas und Chlamydomonas, ist die Hensen'sche Methode völlig unzureichend." Um zu zeigen, wie unbrauchbar das Verfahren sei, giebt er z. B. an, dass die Gesammtzahl der vorhandenen Organismen (mit Ausschluss der Bakterien), die bei Anwendung des Pumpverfahrens durch Seidengaze zurückgehalten wird, nur 5 % bis 0,1 % von dem beträgt, was aus der gleichen Wassermenge vom Berkefeld'schen Infusorienerdefilter gefangen wird.

Das eben angeführte Beispiel kann ich nur dahin verstehen, dass Kofoid alle Organismen, ganz gleichgültig, ob gross oder klein, zusammengezählt und dann die beiden Summen verglichen hat. Ein solches Verfahren muss aber nothwendigerweise zu vollkommen falschen Vorstellungen führen. Tausende von jenen durch das Netz schlüpfenden kleinen Organismen besitzen erst soviel Masse wie ein einziger kleiner Entomostrak. (Vergl. Brandt, Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Plankton. Wiss. Meeresunters. 1898. Bd. 3. S. 87.) Ausserdem ist Kofoid's Angabe, dass der Verlust an Plankton vernachlässigt worden sei, unrichtig.

Ergänzung der Methode nach dieser Richtung hin zur Erreichung von immer grösserer Genauigkeit ist, so hat sich doch Hensen's quantitatives Verfahren ausgezeichnet bewährt. Jeder Fang mit diesem Netz repräsentirt die Summe der Planktonorganismen bis hinab zu einer Grösse von mindestens 0,048 mm, und zwar der vegetabilischen sowohl wie der animalischen, welche an der betreffenden Stelle und zur bestimmten Zeit in einer Wassersäule von bekannten Dimensionen enthalten waren. Bei der Gleichmässigkeit der Vertheilung der Planktonorganismen ist ein solcher Fang zugleich eine Stichprobe für ein Gebiet gleichartiger Lebensbedingungen. Im offenen Ozean kann das Gebiet Hunderte von Quadratmeilen gross sein. Nahe den Küsten und an Stromgrenzen, wo die Bedingungen wechseln, müssen in geringerem Abstande Stichproben gemacht werden. Um die Planktonproduktion eines Gebietes kennen zu lernen, ist es weiterhin erforderlich, in möglichst kurzen Zeitabständen während mindestens eines Jahres solche Fänge zu wiederholen.

Für das Seewasser-Plankton ist der Verlust von uns wiederholt hervorgehoben worden. Zunächst hat Hensen selbst die Frage geprüft, ob ein nennenswerther Verlust bei seiner Fangmethode stattfinde. Er fand jedoch zur Zeit seiner Untersuchungen beim Abfiltriren des durch das Planktonnetz ablaufenden Wassers so geringe Mengen von kleinsten Organismen, dass deren Ausserachtlassung keinen irgendwie wesentlichen Fehler hervorrief. Er hat aber von vornherein darauf hingewiesen, dass ein Planktonfang nicht ganz vollständig ist, sondern nur diejenigen Organismen enthält, die gross genug sind, um durch die sehr engen Maschen des Netzzeuges (Seitenlänge 0,048 mm) nicht mehr hindurchschlüpfen zu können. (Ueber die Bestimmung des Plankton. 5. Ber. d. Komm. z. Unters. d. Meere. Berlin 1887. S. 78, 92 u. 93. Reisebeschreibung der Plankton-Expedition. 1892. S. 7.) Aehnlich wie Hensen äussert sich Schütt über die Bedeutung dieser Fehlerquelle. (Analytische Planktonstudien. Kiel 1892. S. 51.) Dann hat Borgert die Dictyochen, die nur 0,02 mm Durchmesser besitzen, in Kiel lebend untersucht. Trotz ihrer sehr geringen Grösse bleibt ein Theil von ihnen im Planktonnetz zurück. (Dissertation Kiel 1891.) Ferner hat Lohmann gezeigt, dass die Appendicularien in ihren Gallertgehäusen einen Filtrirapparat besitzen, der so fein ist, wie die allerfeinste als Netzzeug verwandte Seidengaze. Die Appendicularien nähren sich also von den allerkleinsten Lebewesen, die noch durch das Planktonnetz hindurchschlüpfen. Bei reichlichem Vorhandensein von Appendicularien muss auch auf ein reichliches Vorkommen der geeigneten Nahrung geschlossen werden. Die Grösse der Organismen im Appendiculariendarm betrug 0,007—0,015 mm. (Die Appendicularien der Plankton-Expedition. Kiel u. Leipzig 1896. S. 134. — Das Gehäuse der Appendicularien, sein Bau, seine Funktion und seine Entstehung in: Schriften d. Naturw. V. Schlesw.-Holst. Bd. II. Kiel 1899. S. 399 u. f.)

In einer Arbeit über grönländische Tintinnen (Bibliotheca zoologica Heft 20. Stuttgart 1896. S. 66) habe ich Tintinnenarten angegeben, die wegen ihrer geringen Grösse nur zufällig und unvollständig mit dem Planktonnetz gefangen werden können. Dann bin ich auf Grund meiner fünfjährigen Untersuchungen über das Plankton der Kieler Bucht zu dem Ergebniss gekommen, dass hier im Sommer die Masse der Thiere in den Planktonfängen so stark die Masse der Pflanzen überragt, dass wenigstens in dieser Jahreszeit ein erheblicher Verlust an sehr kleinen Organismen beim Abfiltriren mit dem feinsten Netzzeug stattfinden muss. Ich konnte sogar genauer angeben, dass die Planktonfänge dann „zu mehr als 60 oder 70 % der Trockensubstanz aus Thieren bestehen". Nach der von mir gegebenen graphischen Darstellung bilden sogar die vegetabilischen Organismen in manchen Fällen nur höchstens 20 % der gesammten Trockensubstanz des Planktonfanges. (Die Fauna der Ostsee. Verhdl. Deutsch. Zool. Ges. 1897. S. 32 u. 34 und Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Planktons. Letzte Seite.) Die Trockensubstanz der Konsumenten kann aber in Wirklichkeit nicht monatelang 2—4 Mal so gross sein als die der Produzenten. Es muss also andere Nahrung in Form von kleineren Organismen vorhanden sein. Da im offenen Wasser (abgesehen von Wucherungsperioden) die Masse der Produzenten ungefähr der Masse der Konsumenten entsprechen wird, und die Gesammtmasse der Thiere bei schnellem Heranwachsen und rascher Vermehrung der Pflanzen wohl etwas, aber nicht um ein Mehrfaches die Masse der Produzenten, ohne zu hungern, überragen kann, so haben wir in dem vollständiger vorliegenden animalischen Theile der Fänge mit dem Planktonnetz einen Anhalt für die eventuelle Unvollständigkeit des vegetabilischen Theiles der Fänge. Immerhin kann zu gewissen Zeiten und in manchen Gegenden nach meinen Befunden etwa $^2/_3$ der vorhandenen Pflanzen-Trockensubstanz mit dem Planktonnetz nicht mitgefangen werden. Für den ganzen Fang bedeutet selbst dieser Verlust noch nicht die Hälfte des vorhandenen Materials. Zu einem ähnlichen Resultat ist schon Hensen gelangt.

Auffallend kleine Fänge habe ich im Juli und August 1898 in demjenigen Theile der Golfstromtrift erhalten, der zwischen den Lofoten und der Hope-Insel liegt. In diesen Fängen und in denen aus den Fjorden Spitzbergens überwogen ausserdem sichtlich die animalischen Wesen an Masse die vegetabilischen. Dazu kommt endlich, dass namentlich im Storfjord Spitzbergens eine sehr bedeutende Menge einer grossen Appendicularie vorkam. Diese drei Umstände zusammen machen es sehr wahrscheinlich, dass in dem angegebenen Gebiet zahlreiche ganz kleine Pflanzen (vermuthlich Flagellaten) vorkommen, die nicht mit dem Planktonnetz, wohl aber durch den Filtrirapparat der Appendicularien gefangen werden können.

Im Meere werden die kleinen Pflanzen, deren quantitative Bestimmung fürs erste noch nicht möglich ist, grösstentheils chlorophyll-führende Flagellaten sein. Für das Warmwassergebiet habe ich durch den Nachweis des Flagellaten-Zustandes der sogen. Gelben Zellen, die in Symbiose mit zahlreichen Hochseethieren leben, eine kleine Pflanze kennen gelehrt, die zwar häufig vorkommt, im freischwimmenden Zustande aber nicht mit dem Planktonnetze gefangen werden kann. Die grösste Länge dieser Organismen beträgt nur 0,02 mm. (Die koloniebildenden Radiolarien des Golfes von Neapel. Berlin 1885. T. 2. Fig. 19—21.)

Für die Kieler Bucht hat Reinke eine ausserordentlich kleine Planktonalge als Chlamydomonas mikroplankton schon kurz beschrieben. (Wiss. Meeresuntersuch. 3. Bd. 1898.) Er hat ausserdem die Bearbeitung von anderen pelagisch lebenden kleinen Flagellaten durch einen seiner Schüler veranlasst. Endlich muss ich anführen, dass Lohmann mit der Ermittelung einer Methode zur quantitativen Bestimmung der kleinsten Organismen beschäftigt ist.

Den konservirten Fang lässt man in einem Messcylinder sich absetzen, um das Volumen der Organismen kennen zu lernen. Ausserdem wird durch ein besonderes Zählverfahren die Individuenzahl jeder einzelnen Art von Organismen festgestellt. Diese Zählungen sind trotz des grossen Zeitaufwandes, den sie erfordern, ganz unentbehrlich, wenn man wirklich die Produktion feststellen will. Dazu ist nicht allein die auf andere Weise nicht erreichbare Trennung von Produzenten und Konsumenten erforderlich, sondern auch eine genauere zahlenmässige Feststellung beider Organismengruppen, um Vermehrung und Zehrung berechnen zu können. Mindestens für die hauptsächlich im Plankton vertretenen Pflanzen- und Thierarten muss durch ergänzende Untersuchungen und Beobachtungen die Vermehrungsgeschwindigkeit, die Dauer der einzelnen Entwickelungsstadien unter verschiedenen Lebensbedingungen, das Grössenwachsthum und bei den häufigsten Thieren auch das Nahrungsbedürfniss und die Art der Nahrung festgestellt werden, ehe man durch Berechnung der zahlenmässig festgestellten Ergebnisse einer durch mindestens ein Jahr sich erstreckenden Fangserie die Produktion ermitteln kann. Das geschieht alsdann am besten in der Weise, dass man von den wenigen hervortretenden Pflanzenarten die im ersten Fange konstatirte Menge als Kapital, die Vermehrung als Zinsen auffasst und nach vorheriger Ermittelung des Vermehrungsfusses dann nach der Zinseszinsrechnung die Jahresproduktion berechnet.[1]) Nach Ablauf des Jahres ist das Kapital wieder ungefähr so gering wie zu Anfang. Die Zinsen sind alle aufgezehrt. Aus Menge und Art der Thiere sowie aus dem ermittelten Nahrungsbedürfniss derselben kann man von Fang zu Fang prüfen, ob die Zehrung wirklich so gross gewesen sein kann. Eine grosse Fangserie ist auch deshalb erforderlich, weil der Vermehrungsfuss der einzelnen Arten von den Lebensbedingungen abhängig ist und daher in den verschiedenen Jahreszeiten schwankt.

Um die Produktion an organischer Substanz im Meere und auf dem Festlande vergleichen zu können, ist endlich auch eine chemische Untersuchung der charakterbestimmenden Pflanzen unbedingt erforderlich.[2])

Es ist von manchen Seiten bezweifelt worden, dass man durch Planktonuntersuchungen allein einen sicheren Anhalt für die Produktion eines Meeresabschnittes gewinnen kann. Bei solchen Einwendungen wird ausser Acht gelassen, dass unter natürlichen Verhältnissen in einem Gebiete immer soviel produzirt wird, wie unter den gegebenen Verhältnissen irgend möglich ist, und dass in einem kleineren Gebiete, wie z. B. in der Kieler Förde, die Produktion im freien Wasser ebenso wie an den Küsten ausser von der Belichtung, die für die ganze Fläche gleich ist, wesentlich von den im Wasser gelösten Nährstoffen der Pflanzen abhängig ist. Bei der unablässigen Durchmischung aller Wassermassen kann aber keine nennenswerthe Verschiedenheit zwischen den Nährstoffen, die sich den Uferpflanzen, und denjenigen, die sich den Pflanzen des freien Wassers in demselben Meeresabschnitte darbieten, vorhanden sein. Man kann daher durch genaue Planktonuntersuchungen an einer bestimmten Stelle des betr. Gebietes während eines vollen Jahres einen annähernd sicheren Maassstab für die Ertragsfähigkeit des ganzen Gebietes erhalten, mag nun auch an den Küsten die Produktion etwas geringer oder etwas grösser sein als im freien Wasser.[3])

[1]) Vergl. die näheren Ausführungen von Hensen, Nordsee-Expedition 1895 in: Wiss. Meeresunters. 2. Bd. 2. Heft. Kiel 1897 S. 81—88.

Hensen berechnet den Vermehrungsfuss von *Ceratium hirundinella* zu 1,2, d. h. dieser Organismus halbirt sich nach 5 Tagen. In dem folgenden Bande der Wiss. Meeresunters. theilt Karsten auf Grund direkter Beobachtungen mit, dass die Diatomee *Skeletonema* sich schon nach 4 Tagen theilt, also den Vermehrungsfuss 1,25 besitzt.

[2]) Brandt, Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Planktons. Wiss. Meeresunters. Bd. 3. Abtheilung Kiel. 1898. S. 43—90.

[3]) Selbstverständlich muss aber auch die früher stark vernachlässigte Lebensgemeinschaft der Uferregion möglichst genau untersucht werden in Bezug auf Grösse der Produktion von Uferpflanzen, auf Dichtigkeit des Thierlebens und Art und Menge der natürlichen Nahrung der häufigeren Thierarten u. s. w. Man kann ohne nähere Kenntniss der allgemeinen Verhältnisse leicht zu irrigen Schlüssen gelangen. Im Kaiser Wilhelm-Kanal z. B. finden sich verhältnissmässig sehr wenig Plankton-Organismen frei im Wasser, dagegen auffallend zahlreiche Thiere am Ufer und am Boden. Das hängt in diesem Falle in erster Linie damit zusammen, dass eine starke Strömung fast täglich neues Plankton-Material aus der offenen Kieler Bucht in den engen Kanal und damit in den Bereich der dort lebenden Bodenthiere bringt. Auf Grund der Plankton-Untersuchungen allein würde man auf Armuth an Nahrung im Kanal schliessen, während in Wirklichkeit in Folge der besonderen Verhältnisse sogar eine recht grosse Menge von Zehrern gut ernährt wird. Aehnliche Eigenthümlichkeiten kann man an Flussmündungen und an anderen Stellen mit starkem Wechsel der äusseren Lebensbedingungen antreffen.

Wenn mittelst der quantitativen Planktonmethode die Gesammtmasse der unter einem bestimmten Theil der Meeresoberfläche vorkommenden Pflanzen und Thiere festgestellt werden soll, so muss man auch die in der ganzen Wassersäule lebenden Organismen bis hinab zum Grunde in den Bereich der quantitativen Untersuchungen ziehen. Für die Bodenthiere ist das fürs erste noch nicht möglich, weil keine Methode für die quantitative Bestimmung vorhanden ist. Da aber schon in den Planktonfängen Konsumenten und Produzenten sich an Masse oft nahezu gleichkommen, und die oft recht zahlreichen Thiere, die

Bisher sind nach der quantitativen Planktonmethode folgende Meeresgebiete näher untersucht worden:

1. Küstengebiete
   a) während mehrerer Jahre:
      die Kieler Bucht,
   b) in allen Jahreszeiten eines Jahres:
      im arktischen Gebiet der Karajak-Fjord im nordwestlichen Grönland, 70° n. Br., durch Vanhöffen,
      im Mittelmeer die Strasse von Messina durch Lohmann,
      im Tropengebiet die Bucht von Ralum (Neupommern), 4° s. Br., durch Dahl,
   c) in den Wintermonaten (1888/89):
      der Golf von Neapel durch Schütt;
2. Theile des freien Wassers durch Fangserien während je einer Untersuchungsfahrt:
   die westliche und andererseits die östliche Ostsee (bis Memel und Gotland),
   der nördliche Theil der Nordsee von Skagen bis zu den Hebriden,
   ein grosser Theil des Atlantischen Ozeans während der Plankton-Expedition (Mitte Juli—Anfang November 1889),
   das Gebiet zwischen den Lofoten und dem Norden Spitzbergens während der Expedition des Fürsten von Monaco im Juli und August 1898.

Von den Resultaten dieser Untersuchungen möchte ich nur zwei hier näher in Betracht kommende anführen, während ich die zahlreichen Ergebnisse, welche z. B. die Untersuchungen über das früher fast ganz vernachlässigte Mikroplankton in rein zoologischer, thiergeographischer und auch in ozeanographischer Hinsicht geliefert haben, ganz ausser Acht lassen will.

Das eine Ergebniss besteht darin, dass im allgemeinen die seichten Meere reicher an Plankton sind, als die tiefen Meeresabschnitte, und dass von den letzteren wieder das Sargassogebiet ganz besonders arm ist (im August). Die Ursache wird in dem Gesetze des Minimum zu suchen sein. Im seichten Wasser macht sich der Einfluss des Bodens und des Festlandes mit seinen Abflüssen geltend. Es stehen daher den Pflanzen in einer geringen Wassermasse verhältnissmässig viel anorganische Nährstoffe zur Verfügung, während in den tiefen Gebieten des Ozeans die Nährstoffe auf eine grössere Wassermasse vertheilt sind und daher in den oberen allein produktiven Schichten den Pflanzen in grösserer Verdünnung dargeboten werden. Die in den unbelichteten Tiefen vorkommenden Nährstoffe können nicht von den Pflanzen unmittelbar ausgenutzt werden. Dadurch, dass die grossen Strömungen der Meeresoberfläche auch an den Küsten entlang streichen, werden aber gerade den produzirenden oberen Wasserschichten der Hochsee neue Nährstoffe zugeführt, so dass sie noch verhältnissmässig mehr produziren können als das stromstille Sargassomeer, in dessen zentralem Theile die Ernährungsbedingungen ganz besonders ungünstig zu sein scheinen.

Es wäre von Wichtigkeit, durch chemische Untersuchungen zu ermitteln, welcher Pflanzennährstoff im Minimum vorhanden ist. Höchst wahrscheinlich handelt es sich um die Stickstoffverbindungen. Dafür sprechen zunächst die schon angeführten Resultate der Teichwirthe. Ferner habe ich die von Apstein bezüglich ihres Planktongehaltes untersuchten holsteinischen Seen auf den Salpetersäuregehalt des Wassers geprüft und gefunden, dass planktonreiche Seen viel, planktonarme wenig Salpetersäure (und salpetrige

in den unproduktiven tieferen Schichten leben, noch hinzukommen, so scheint sich im Meere das Verhältniss zwischen Konsumenten und Produzenten derart verschieben zu können, dass im Gegensatz zum Festlande wenigstens in gewissen Gebieten die Gesammtmasse der Thiere grösser ist, als die der Pflanzen. Darüber sind jedoch noch nähere Untersuchungen erforderlich. Die vom Fürsten von Monaco eingeführte Tiefseereuse würde zusammen mit dem Schleppnetz bei wohl überlegter und gleichmässiger Anwendung gewisse, wenigstens relativ brauchbare Anhaltspunkte über die Quantität der Bodenthiere geben.

Den Bestand an Bodenthieren, besonders an solchen, die mehr oder weniger tief im Grunde stecken, so dass sie mit unseren Fangapparaten nicht quantitativ bestimmt werden können, wird man während der Schwärmzeit aus der Menge der schwimmenden Larven ermitteln können, ähnlich wie Hensen aus der Zahl der treibenden Eier die Zahl der laichreifen Fische in dem betreffenden Gebiete bestimmt.

In solchen Wasserschichten, in denen wegen sehr niedriger Temperatur die Fäulniss nur unvollkommen oder sogar überhaupt nicht stattfindet, können Thiere, wenn sie nur unter den gegebenen Verhältnissen zu existiren vermögen, reichliche Nahrung an den todten Organismen finden. Ueberhaupt können die Thiere die Rolle der Fäulnissbakterien im Kreislauf des Stoffes bis zu einem gewissem Grade ersetzen. Sie geben ja auch einen nicht unerheblichen Theil der aufgenommenen Stickstoffverbindnngen in Gestalt von Stoffwechselprodukten an das umgehende Wasser ab, so dass dieses werthvolle Rohmaterial den Pflanzen auch durch den thierischen Stoffwechsel dargeboten wird.

Säure) enthalten und dass sogar die Menge des Plankton einerseits und der Nitrate andererseits annähernd in demselben Verhältniss steht.[1])

Ein zweites und zugleich das auffallendste Ergebniss der quantitativen Planktonforschung besteht darin, dass die tropischen und die subtropischen Meere verhältnissmässig arm, die arktischen Meere dagegen reich an Plankton sind. Auf dem Festlande ist das Entgegengesetzte der Fall. Dem üppigen Pflanzen- und Thierleben der Tropen steht die äusserst spärliche Landvegetation und eine entschiedene Armuth an Landthieren im hohen Norden gegenüber. Auf Grund allgemeiner Erwägungen sollte man auch erwarten, dass im Meere dasselbe Verhältniss bestehen müsse. Die Pflanzen brauchen Licht zur Produktion von organischer Substanz. Das aber durchstrahlt die Tropenmeere mehr als das Eismeer. Ferner begünstigt auch die höhere Temperatur das Gedeihen der Meeresorganismen. Endlich scheint ja auch der ausserordentliche Formenreichthum der warmen Meere für Reichthum überhaupt zu sprechen. Ohne die von Hensen eingeführte quantitative Untersuchungsmethode ist es auch unmöglich, sich von den vorliegenden Verhältnissen zu überzeugen.

Vor allem galt es zu prüfen, ob der Befund der Plankton-Expedition richtig sei. Man konnte den Einwand erheben, dass die Plankton-Expedition nur für einen Theil des Jahres Stichproben entnommen hat, und dass zu anderen Jahreszeiten möglicherweise die scheinbare Armuth des Tropengebietes sich in grossen Reichthum verwandeln könne. Es sind daher an Küstenplätzen in sehr verschiedenen Klimaten das ganze Jahr hindurch Beobachtungen ausgeführt und zugleich durch möglichst zahlreiche Stichproben bei gelegentlichen Reisen auch sonst die Erfahrungen — namentlich über das Tropengebiet — vermehrt worden. Ausser den schon angeführten Materialien liegen zahlreiche quantitativ verwerthbare Vertikalfänge aus allen drei Ozeanen vor, die mehrere Herren (Dr. Schott-Hamburg, Kapitän Bruhn-Bremerhaven sowie die Marinestabsärzte Dr. Krämer, Dr. von Schab und Dr. Freymadl) in Folge meiner Bitte gemacht haben.

Alle bis jetzt ausgeführten Untersuchungen führen zu demselben Resultat: Die arktischen Gegenden sind im Sommer sehr reich, die Tropengebiete dagegen im ganzen Jahre arm an Plankton. Wie die Gebiete selbst verhalten sich im Grossen und Ganzen auch die von ihnen abgehenden Strömungen. Besonders ungünstige Produktionsverhältnisse scheinen ausser in der Sargassosee auch im Mittelmeere vorzuliegen.

Einen gewissen Anhalt für das, was wirklich vorhanden ist, bietet schon ein Vergleich der Volumenkurven für die vier genauer untersuchten Küstenplätze. Nimmt man daraus das arithmetische Mittel der Monatswerthe, so erhält man folgendes Verhältniss: In Neupommern ist das durchschnittliche Planktonvolumen im Jahre doppelt so gross als bei Messina, in der Kieler Bucht 10mal, und bei Grönland 20mal so gross als bei Messina[2]).

[1]) Nach Apstein's Untersuchungen verhalten sich die schleswig-holsteinischen Seen in Bezug auf Qualität und Quantität der Planktonorganismen recht verschieden. Planktonreiche Seen sind meist durch häufiges Vorkommen von Chroococcaceen, planktonarme durch reichlichen Besitz von Dinobryen ausgezeichnet. Zu den planktonreichen Seen gehören Molfsee, Passader See und Dobersdorfer See. Weniger Plankton weisen der Schulen-See, der Behler See und der Dieksee auf. Arm an Plankton sind Plöner See und Selenter See. (Das Süsswasserplankton. Kiel 1896.) Das arithmetische Mittel der Planktonvolumina lässt sich nach Apstein's Angaben (S. 85 und 87) für die zwei genauer untersuchten Seen dahin berechnen, dass die Organismenmasse in den Planktonfängen des Dobersdorfer Sees durchschnittlich 7—8 mal so gross ist als die des Plöner Sees. Die kleinsten Fänge aus beiden Seen verhalten sich wie 10,5 : 1, die grössten wie 9,3 : 1 (Apstein S. 89). Das Verhältniss zwischen dem reichen und dem armen See ist also immer ungefähr das nämliche.

Ich habe im Mai und Juni 1898 Wasserproben aus den oben genannten Seen entnommen und alsbald im landwirthschaftlichen Institut mit freundlicher Unterstützung von Prof. Rodewald mittels der colorimetrischen Diphenylamin-Schwefelsäure-Reaktion auf den Gehalt an Salpetersäure untersucht. Die Wasserproben aus der ersten Gruppe von Seen gaben stets eine deutliche, z. Th. eine sehr starke Reaktion. Schwach bis sehr schwach war der Farbenring bei den Wasserproben der zweiten Gruppe von Seen. Die Proben aus den beiden planktonarmen Seen gaben zunächst gar keine Reaktion, selbst mit den empfindlichsten Reagentien. Nach wochenlangem Stehen in einem gut verschlossenen Glase trat im Wasser aus dem Selenter See bei erneuter Prüfung ein äusserst schwacher Farbenring auf. Das Verhältniss zwischen dem Salpetersäuregehalt des Passader und Dobersdorfer Sees einerseits und dem des Selenter Sees andererseits betrug pro 1 cbm 3—12 gr zu weniger als 1 gr. Meerwasser aus der Kieler Bucht enthielt an verschiedenen Stellen des Aussenhafens 3 gr bis weniger als 1 gr Salpetersäure in 1 cbm.

[2]) Von den 3 Küstenplätzen Neupommern, Messina und Karajak liegen allerdings nicht aus allen Monaten eines Jahres Planktonfänge vor, wohl aber aus den meisten Monaten und sicher aus allen Jahreszeiten. Die Lücken haben wir durch Curvenzeichnung auszufüllen gesucht.

Das angegebene Verhältniss (1 : 2 : 10 : 20) betrifft nur das durchschnittliche Volumen während des Jahres. Da die grossen Volumina (in der Kieler Bucht und im Karajakfjord) zum nicht geringen Theile durch Diatomeen hervorgerufen werden, diese aber wegen ihrer Sperrigkeit im Verhältniss zu ihrer Körpermasse sehr viel Raum einnehmen, so ist das Verhältniss der Trockensubstanzgewichte oder gar dasjenige der organischen Substanz erheblich anders. Immerhin wird auch das letztere Verhältniss, selbst bei den grössten Extremen, mindestens 1 : 2 betragen (nicht 1 : 20, wie das der Volumina).

Wie ist diese merkwürdige Thatsache, dieser auffallende Gegensatz zwischen Festland und Ozean in der Erzeugung lebendiger Substanz zu erklären? Man muss sich vor Allem vergegenwärtigen, dass das Gedeihen der Pflanzen und damit die Produktion überhaupt nicht allein von der Stärke der Belichtung, sondern in ebenso hohem Grade auch von den zur Verfügung stehenden Nährstoffen abhängig ist. Ist ein einziger derselben, z. B. der gebundene Stickstoff, in verhältnissmässig sehr geringer Menge vorhanden, so ist auch die Produktion spärlich. Dass es sich auch in diesem Falle um die Stickstoffverbindungen handeln wird, geht nicht bloss aus den vorher (S. 228) schon angeführten Gründen, sondern ganz besonders auch daraus hervor, dass nach den Planktonbefunden der im Minimum vorhandene Nährstoff in seiner Quantität von lebenden Organismen stark abhängig sein muss. Augenscheinlich sind ja für die Verschiedenheit der Planktonmengen schon mässige Temperaturunterschiede von grosser Bedeutung. Diese aber beeinflussen die Lebensthätigkeit der Organismen, z. B. der Meeresbakterien, in hohem Grade, die Löslichkeit der anorganischen Nährstoffe dagegen sehr wenig. Die eigentliche Ursache für den Reichthum der kalten, die Armuth der warmen Meere wird daher vermuthlich in dem verschiedenen Gedeihen der Fäulnissbakterien im weiteren Sinne zu suchen sein und in dem Einfluss, den diese Bakterien auf den Gehalt des Wassers an Stickstoffverbindungen ausüben.

Von diesen Bakterien entfalten die nitrifizirenden ihre Lebensthätigkeit im Ackerboden nachweislich nur bei einer Temperatur von mindestens 5° [1]). Sind nun auch wahrscheinlich im Meere andere Arten von nitrifizirenden und denitrifizirenden Bakterien vertreten, die anderen Temperaturverhältnissen angepasst sein können, so ist doch die weiter zu prüfende Annahme zulässig, dass diese Bakterien bei einer niedrigeren Temperatur als 0° C (oder wenigen Graden über 0°) nicht mehr wirksam sind. Wenn aber die denitrifizirenden Bakterien im kalten Wasser ihre zerstörende Wirksamkeit nicht entfalten können, so wird sofort verständlich, warum die polaren Gebiete reicher an Nährstoffen und in Folge dessen reicher an Urnahrung sind, als das Tropengebiet. In einem grossen Theile des Eismeergebietes ist sogar in der ganzen Wassermasse von der Oberfläche bis zum Grunde hinab die Temperatur selbst im Sommer ungefähr 0° oder weniger höher. Nördlich einer Bodenschwelle, die von Ostgrönland über Island und die Färoer Inseln nach Norwegen hinüberzieht, ist die Temperatur am Grunde des Eismeerbeckens im allgemeinen niedriger als 0°. Südlich von der angedeuteten Schwelle ist die Temperatur des atlantischen Beckens in grossen Tiefen allerdings auch nur wenig über 0°, weil das kalte Wasser aus den polaren Gebieten in der Tiefe nach dem Aequator hinströmt, in 1000 m Tiefe beträgt aber die Temperatur schon 4 bis 5° und in Tiefen von wenigen 100 Metern sowie an den seichten Küsten steigt sie ganz erheblich, so dass die Bakterien gerade in den produktiven Wasserschichten der Tropen das ganze Jahr hindurch gute Lebensbedingungen finden. In der gemässigten Zone wird selbst im flachen Wasser während des Winters die Zerstörung der Stickstoffverbindungen eingeschränkt sein und nur im Sommer in erheblicherem Maasse stattfinden können. Endlich sind im Mittelmeer die Lebensverhältnisse für Bakterien noch günstiger als selbst in den Tropen, weil eine der Strasse von Gibraltar vorgelagerte Barre das Eindringen kalten Wassers vollkommen verhindert. Dass in Folge dessen selbst in den grössten Tiefen (von ungefähr 4000 m) sich stets eine Temperatur von 12—13° findet, macht das Gedeihen der Bakterien in der ganzen Wassersäule und damit die auffallende Armuth des Mittelmeeres (in quantitativer Hinsicht) verständlich.

Wenn also, wie vorher angedeutet, die Annahme nicht umgangen werden kann, dass eine nicht unbeträchtliche Denitrifikation im Ozean stattfindet, so erscheint es mir nach den bisher ausgeführten Planktonuntersuchungen wahrscheinlich, dass diese Zerstörung der wichtigsten Pflanzennährsubstanz vorzugsweise in den warmen Meerestheilen stattfindet [2]).

— —

[1]) Vergl. E. Schulze, Landw. Jahrb. d. Schweiz. 2. Bd. 1890. S. 114 und Kramer, Die Bakteriologie in ihren Beziehungen zur Landwirthschaft. Wien 1890. S. 25.

[2]) Anhangsweise möchte ich noch die Frage prüfen, ob für die Befischung der Nordsee der landwirthschaftlich wichtige Grundsatz eingehalten wird, dass die jährliche Entnahme von Stickstoffverbindungen geringer oder jedenfalls doch nicht grösser ist als die Zufuhr. Entnähme man etwa in Form von nutzbarem Fleisch mehr Stickstoff der Nordsee, als unter natürlichen Verhältnissen zugeführt wird, so fände Ueberfischung statt und ein Rückgang wäre unvermeidlich.

An nutzbaren Produkten werden der Nordsee nach Ehrenbaum (s. Anm. 2 auf Seite 220) rund 17,5 Millionen Centner (= 875 Millionen kg) entnommen. Der Antheil Grossbritanniens am Fang in der Nordsee wird von Ehrenbaum (S. 33) zu 12 Millionen Centner im Werthe von 113 Millonen Mark veranschlagt.

1 kg Seefische enthält durchschnittlich etwa 119 gr Protein oder (nach Playfair's empirischer Formel berechnet) 19 gr Stickstoff. Setzt man diesen Werth ein, so beträgt für das Gebiet der Nordsee die Entnahme an Stickstoff ungefähr 16 Millionen kg.

Andererseits ist aber auch die Zufuhr an Stickstoffverbindungen durch die Flüsse, die atmosphärischen Niederschläge und die Abwässer der Städte sehr bedeutend. Der Rhein (vergl. Anm. 4 Seite 217) führt in der Sekunde 2000 cbm Wasser nebst gelösten Stoffen und suspendirten, dem Tode und der Fäulniss verfallenden Organismen ins Meer. Man wird die Wassermasse, die durch die übrigen Flüsse (Elbe, Weser, Themse u. s. w) in die Nordsee geführt wird, zusammen mindestens ebenso hoch veranschlagen dürfen, wie die vorher angegebene Wassermenge des Rheins. Im Jahre würden dann 130 Millionen cbm Wasser der Nordsee zugeführt werden. (Die Versüssung, die dabei eintritt, ist minimal. Wenn man den südöstlichen, hauptsächlich mit Süsswasserzufluss versehenen Theil der Nordsee mit $^1/_{48}$ der ganzen Nordsee veranschlagt, so wird in diesem Theile während eines Jahres der Salzgehalt nur um 4,1 $^0/_{00}$ herabgesetzt.) Bezüglich des Gehaltes an Stickstoffverbindungen giebt Knop (Der Kreislauf des Stoffs. Lehrbuch der Agrikulturchemie. 2 Bände. Leipzig 1868) an, dass nach Boussingault's Bestimmungen 1 Liter Rheinwasser bei Lauterburg im Juni 1853 4,9, im Oktober 1,7 mgr Ammoniak enthalten habe. Im Mittel betrug bei Lauterburg demnach der Gehalt an Stickstoff 2,7 mgr in Form von Ammoniak. Ferner hat nach Hoppe-Seyler (Physiologische Chemie. 1. Bd. Berlin 1877. S. 53) Goppelsröder den Salpetersäuregehalt des Rheinwassers zu 13,5—15,5 mgr pro Liter festgestellt. Das entspricht einem durchschnittlichen Stickstoffgehalt von 3,7 mgr. Beide Werthe zusammen geben 6,4 mgr Stickstoff in 1 Liter Rheinwasser.

Nimmt man den durchschnittlichen Gehalt des Rheinwassers an Stickstoff nur zu 3 mgr pro Liter (= 3 gr pro cbm) an, so würden im Jahre 390 Millionen kg Stickstoff in assimilirbarer Form der Nordsee zugeführt werden. Auf das ganze Volumen der Nordsee vertheilt, giebt das nur 7,8 mgr pro cbm und Jahr.

Eine zweite Stickstoffquelle für das Meer bilden die Abwässer der Städte. Crookes beklagt in seiner Eröffnungsrede der letzten britischen Naturforscherversammlung die barbarische Verwüstung, die darin besteht, dass aus den britischen Städten die Abfallsprodukte und Abwässer, die einen Werth von 320 Millionen Mark repräsentiren, nutzlos in die See geschwemmt werden. (Nature 1898. [Sept.] S. 438—448.) Bei dieser Werthschätzung ist zweierlei unberücksichtigt gelassen: erstens dass die Kosten der landwirthschaftlichen Verwerthung für die Düngung der Felder zu gross sein würden, dass also der Werth ein imaginärer ist, und zweitens dass Grossbritannien ausserordentlich viel Produkte der See entnimmt. Der Werth der vergeudeten Abfallstoffe erscheint enorm hoch; in Wirklichkeit aber ist er sehr viel geringer als die Zufuhr durch die Flüsse. Nach dem Marktpreis für Chilisalpeter entspricht der angegebene Geldwerth 216000 Tons Chilisalpeter (= 219 Millionen kg). Denkt man sich diese Menge auf das ganze Volumen der Nordsee vertheilt, so kommen auf 1 cbm Nordseewasser nur 4,49 mgr Chilisalpeter oder 0,75 mgr Stickstoff. 219 Millionen kg Chilisalpeter enthalten 36,5 Millionen kg Stickstoff. Mehr als die Hälfte dieser Zufuhr an Stickstoff seitens der Städte Grossbritanniens wird aber jährlich in Form von nutzbaren Meeresprodukten durch die Fischer Grossbritanniens den benachbarten Meeren wieder entnommen. Wenn Ehrenbaum den Antheil Grossbritanniens an der Befischung der Nordsee schon auf 12 Millionen Centner veranschlagt, so wird man den Gesammtfang Grossbritanniens auf 20 Millionen Centner abrunden können. Dann würden von den britischen Fischern 19 Millionen kg Stickstoff in Form von nutzbaren Produkten den benachbarten Meeren entnommen werden. In Wirklichkeit macht also Grossbritannien die Abwässer und Abfallsprodukte der britischen Städte sich in stärkster Weise nutzbar.

Drittens wird das Meer an assimilirbaren Stickstoffverbindungen durch die atmosphärischen Niederschläge bereichert. Die jährliche Regenmenge beträgt an den Küsten der Nordsee etwa 0,76 m.

In Frankreich und im Elsass enthält (nach Knop S. 76) 1 Liter Regenwasser durchschnittlich 0,9 mgr Ammoniak. Ueberträgt man diese beiden Durchschnittswerthe auf die atmosphärischen Niederschläge der Nordsee, so erhält die 547623 qkm grosse Nordseefläche 417 Milliarden cbm Regenwasser mit 375 Milliarden gr Ammoniak zugeführt. Die letzte Zahl entspricht 308 Millionen kgr Stickstoff. Dann erhält jeder Kubikmeter Nordseewasser durch den Regen 6,3 mgr Stickstoff zugeführt, vorausgesetzt, dass der Ammoniakgehalt der Luft über der Nordsee ebenso gross ist wie über dem Elsass und Frankreich.

Die Nordsee erhält also jährlich zugeführt 1) durch die Flüsse mindestens 7,8 mgr, 2) durch die Abwässer der Städte (unter Zugrundelegung der von Crookes gegebenen Zahl) 0,75 mgr und 3) durch die atmosphärischen Niederschläge etwa 6,3 mgr pro 1 cbm. Der erste Werth wird zu niedrig, der letzte vielleicht zu hoch veranschlagt sein. Man wird daher die Gesammtzufuhr pro Jahr und Kubikmeter Nordseewasser auf rund 10 mgr schätzen können. Da das Volumen der Nordsee 48718 cbkm beträgt, so beläuft sich die jährliche Zufuhr für die ganze Nordsee auf etwa 487 Millionen kgr Stickstoff. Die Entnahme beträgt dagegen, wie vorher angegeben, nur etwa 16 Milionen kgr Stickstoff. Die Zufuhr ist also 30 Mal so gross als die Entnahme.

Da aber die Nordsee in offener Verbindung mit dem nordatlantischen Ozean steht und ein nicht unbeträchtlicher Austausch der Wassermassen stattfindet, so muss ein beständiger Verlust des Nordseegebietes an der werthvollsten Nährsubstanz stattfinden. An diesem Verlust ist ausser dem jährlichen Zufluss von Stickstoffverbindungen auch der „eiserne Bestand" an Stickstoff ganz wesentlich betheiligt. Endlich ist zur Zeit nicht zu übersehen, wie gross der Verlust an gebundenem Stickstoff in Folge extremer Denitrification sein kann.

Ueber die

Eizahl bei Pleuronectes platessa

und die

Altersbestimmung dieser Form aus den Otolithen.

Von

Dr. **Johannes Reibisch.**

Nebst

Bemerkung zu vorstehender Arbeit

von

Dr. **V. Hensen.**

Hierzu Tafel I.

Bei den folgenden Untersuchungen handelte es sich zunächst darum, Beziehungen zwischen der Eizahl und der Grösse oder dem Alter einiger in der Ostsee häufigen Nutzfische zu finden. Die mittlere Zahl der Eier, die eine Fischart produzirt, ist von Wichtigkeit für die Schlussfolgerungen, die aus der Bestimmung der in der See schwimmenden Eier und Larven zu ziehen sind. Vor Allem aber kommt es darauf an, die Fischarten nach ihrem Alter scheiden zu können, wenn man ein Urtheil über das Gedeihen oder den Rückgang des Bestandes gewinnen will.

Die Untersuchungen haben folgenden Gang genommen. Zunächst handelte es sich um die Zeit, zu welcher füglich bei der untersuchten Spezies die Zählung der in nächster Laichperiode abzulegenden Eier beginnen kann. Diese Bestimmung konnte nur durch frühzeitige Untersuchung und Zählung aller Eier im Eierstock, so weit sie schon sichtbar entwickelt waren, gewonnen werden. Dann wurden die Mengen der abzulegenden Eier mit der Grösse und dem Gewicht der Fische verglichen, um die Zunahme der Eier nach diesen Faktoren, respektive nach dem Jahrgang der Fische zu finden. Endlich musste, da dies Verfahren nicht ausreichend zuverlässig gefunden wurde, die Schichtung der Otolithen zur Hilfe herbeigezogen werden.

Die Wahl der zu untersuchenden Spezies fiel auf *Pleuronectes platessa*, und zwar aus folgenden Gründen. Der Fisch kommt ziemlich regelmässig auf den Kieler Markt, und die absolute Eizahl ist, verglichen mit der vieler anderer Nutzfische, eine geringe. Ferner sind Männchen und Weibchen sehr leicht zu unterscheiden, auch schon zu einer Zeit, wo die Anschwellung der Ovarien äusserlich noch nicht wahrnehmbar ist. Freilich stellte es sich heraus, dass wegen ungünstiger Witterungsverhältnisse *Pleuronectes platessa* vom November 1898 bis in den Januar 1899 hinein in Kiel nur selten auf den Markt gebracht wurde; doch war von Eckernförde stets Material zu erhalten, das meist noch lebend oder doch wenigstens ganz frisch und unverschleimt in Kiel eintraf.

Zuverlässige Eizählungen für Goldbutt liegen bisher nur wenige vor. Möbius[1]) hat die Eizahl eines Thieres von 450 g zu 281 380 festgestellt. Vier weitere Zahlen, die das Mittel auf 126 000 Eier herunterdrücken, sind Fischen entnommen, die bereits einen Theil ihres Laiches abgesetzt hatten. Von Hensen[2]) sind 3 Bestimmungen vorgenommen worden, die bei einem Gewicht der Fische von 1050 g, 457 g und 374 g (Länge 48, 36 und 31 cm) Zahlen von 300 000, 80 940 und 111 300 Eiern ergeben haben. Von Fulton[3]) wird die folgende (hier gekürzt und in Dezimalsystem umgerechnet wiedergegebene) Tabelle für Nordseeschollen aufgestellt.

Länge des Fisches	Gewicht des Fisches	Zahl der Eier
44,5 cm	1368 g	223 497
44,5 cm	1191 g	148 470
56,0 cm	1914 g	487 087
56,5 cm	2140 g	324 749
52,0 cm	1715 g	323 166

Schliesslich liegen mir noch 2 Zählungen von Apstein vor, die bei einer Länge der Fische zu 27,5 cm bezw. 29 cm 136 400 bezw. 95 500 Eier verzeichnen.

[1]) Vortrag in der General-Versammlung des Fischerei-Vereins für Schleswig-Holstein. 1. März 1883.

[2]) Ueber das Vorkommen und die Menge der Eier einiger Ostseefische. 1884 p. 306.

[3]) F. W. Fulton: The comparative fecundity of sea fishes. 9. Ann. Rep. of the Fishery Board of Scotland for the year 1890. Part IV. pg. 243 ff.

Da die Zahl der Eier in den beiden Ovarien eines Thieres oftmals sehr verschieden ist, so mussten die Zahlen für beide festgestellt werden. Meistens ist das Ovarium der Augenseite grösser, in einigen Fällen übertraf aber dasjenige der blinden Seite das andere sowohl dem Gewicht wie der Eizahl nach. Es wurden deshalb sehr bald die Eier beider Ovarien zusammen verarbeitet.

Die Zählung wurde ganz analog der für das Plankton angewandten Methode vorgenommen. Schwierigkeit machte im Anfang nur die völlige Trennung der Eier von einander, hauptsächlich die der noch wenig entwickelten Eier. Die Ovarien wurden zunächst gewogen, dann aufgeschnitten und in kaltes Wasser gethan, das allmählich zum Sieden gebracht und etwa $^1/_4$ Stunde in diesem Zustande erhalten wurde. Dann wurden die Eier mit einem Spatel von den Ovarialwandungen abgeschabt und die weitere Trennung mit Hilfe eines steifborstigen Pinsels vorgenommen. Diese Arbeit ist oftmals recht zeitraubend, ihre peinliche Ausführung jedoch unerlässliche Bedingung für richtige Resultate. Reife Eier stehen natürlich mit den Wandungen der Ovarien in keinem Zusammenhange mehr; auch solche, bei denen die die Reifung anzeigende Aufnahme einer zwischen dem eigentlichen Ei und der äusseren Hülle sich ansammelnden Flüssigkeit bereits begonnen hat, lösen sich während des Kochens los. Da die Häute solcher Eier durch die Pinselborsten leicht zerstört werden können, ist es vortheilhaft, gleich nach dem Kochen diese Eier durch einfaches Abgiessen von dem übrigen Ovarium zu trennen. Ist eine grössere Masse reifer Eier vorhanden, dann empfiehlt es sich ausserdem, dieselben auch getrennt von den übrigen zu zählen; denn bei der sehr verschiedenen Sinkgeschwindigkeit reifer und unentwickelter Eier vertheilen sich dieselben beim Schütteln, wenn dasselbe nicht sehr energisch geschieht, doch ziemlich ungleichmässig. Entnimmt man hierbei die zu zählende Masse den unteren Schichten, so bekommt man daher für die unentwickelten Eier relativ zu hohe Werthe, während in den oberflächlichen Schichten die reifen Eier unverhältnissmässig überwiegen.

Meine Untersuchungen begannen im August. Da für Goldbutt die Laichzeit im Allgemeinen von Mitte Januar bis in den Mai hinein angegeben wird, so war es fraglich, ob die im August angelegten Eier bereits die ganze Summe der im folgenden Winter und Frühjahr zur Ablage gelangenden Eier darstellten. Der Befund war folgender. Die grössten Eier maassen 0,8 mm, die kleinsten, bei denen das Keimbläschen schon deutlich zu erkennen war, etwa 0,075, manchmal nur 0,05 mm. Unter den Eiern liessen sich zwei Entwickelungsstufen nachweisen, deren Grenze ungefähr bei 0,3 mm Durchmesser lag. Die grösseren Eier von 0,8 bis 0,3 mm waren in der Durchsicht dunkel, ein Umstand, der durch die Aufnahme einer grossen Zahl kleiner Fetttröpfchen zu erklären ist. Die kleineren Eier waren ganz klar und durchsichtig. Von den grösseren Eiern, die sich durch Aufnahme von Reservestoffen als in der Entwickelung fortgeschrittene Stadien zu erkennen gaben, war anzunehmen, dass sie bis zur nächsten Eiablage sämmtlich zur Reife gelangen würden. Andererseits war es aber sehr wahrscheinlich, dass auch von den kleineren Eiern noch eine Anzahl sich weiter entwickeln würden. Dafür spricht schon der Umstand, dass die Grenze von 0,3 mm keine schroffe war; es waren Eier von geringerem Durchmesser vorhanden, die durch eine grössere Anzahl von Fetttröpfchen schon dunkel oder doch wenigstens getrübt erschienen, während, allerdings ganz vereinzelt und nicht bei allen Individuen, sich vollkommen klare Eier von 0,35 mm Durchmesser fanden. Bei der Unterscheidung der beiden Entwickelungsstufen konnte daher nicht die Grösse massgebend sein, sondern nur das Vorhandensein oder Fehlen der Fetttröpfchen. Die Farbe dieser letzteren ist übrigens wechselnd. Manchmal sind sie ganz wasserhell oder schwach grau, sodass das Ei bei auffallendem Lichte weiss bis hellgrau erscheint; oft sind sie aber auch gelb oder orange, wodurch die entsprechende Färbung der grösseren Eier und somit des ganzen Ovariums bedingt ist.

Während sich die grösseren Eier bei Anwendung der oben beschriebenen Trennungsmethode schon recht gut von einander lösten, blieben die kleinen noch häufig in Klumpen bis zu etwa 30 Stück verklebt, sodass die für dieselben gewonnenen Zahlen bei weitem unsicherer ausfielen, als die für die grösseren Eier, deren Zählungen innerhalb der für die Methode geltenden Fehlergrenzen liegen werden. Da sich bald herausstellte, dass die Gesammtzahl der Eier in keiner erkennbaren Beziehung zu der während einer Laichperiode zur Entwickelung gelangenden Eier steht, wurde die Festsetzung der Zahl der kleinen Eier eingestellt. Die bereits gewonnenen Zahlen sind in die Tabelle nicht mit aufgenommen.

So lange sich keine scharfe Grenze in Bezug auf Grösse und Aufnahme von Reservestoffen zwischen den als „gross" und „klein" bezeichneten Eiern fand, konnten die für die grossen Eier erhaltenen Zahlen auch nicht mit Sicherheit als Gesammtsumme der in der nächsten Laichperiode zur Ablage gelangenden Eier angesehen werden, ja, es war sogar wegen der recht lang andauernden Laichzeit nicht unbedingt ausgeschlossen,

dass noch alle kleinen Eier zur Entwickelung gelangen könnten. Diese letztere Annahme musste allerdings bald als unmöglich ausgeschieden werden, da sich für die kleinen Eier Zahlen bis ziemlich $2^1/_2$ Millionen fanden. Eine solche Fruchtbarkeit ist bei *Pleuronectes platessa* nach allen bisherigen Erfahrungen, die durch den Fortgang der Untersuchungen vollauf bestätigt wurden, absolut nicht vorhanden.

Am 23. September gelangten das erste mal 2 Fische zur Untersuchung, bei denen Uebergänge zwischen grossen und kleinen Eiern kaum mehr vorhanden waren. Da die Anzahl der grossen Eier in beiden Fällen durchaus nicht hinter den bei nahezu laichreifen Formen zurückbleibt (Tabelle, pag. 238, Nr. 17 und 19), so konnten die gewonnenen Werthe als ziemlich richtig betrachtet werden, d. h. die erhaltenen Zahlen stellen mit grosser Wahrscheinlichkeit die Summe der in der nächsten Laichperiode abzulegenden Eier dar. Von dieser Zeit an wurden auch die „mittleren" Eier numerisch zu bestimmen gesucht. Es war dies ja eigentlich eine Erschwerung, die eine Grenzbestimmung durch Schätzung an 2 Stellen nothwendig machte. Die Zahlen können deshalb auch nicht sehr zuverlässig sein, lassen aber doch ungefähr erkennen, wieviel solche Uebergangsstadien auf 100 weiter entwickelte Eier kommen. Es sind dies bis in den November hinein zwischen 2 und 8. Nur einmal fanden sich etwa 25 (Nr. 31). Es kann wohl angenommen werden, dass bei den Fischen, bei welchen sich weniger mittlere Eier ergaben, sich im allgemeinen auch weniger kleine Eier noch bis zum Frühjahr voll entwickelt hätten, als bei denen mit mehr Zwischenstadien. Allerdings darf hierbei auch der Entwickelungszustand der grossen Eier nicht ausser Acht gelassen werden.

Von Mitte November an traten die mittleren Eier nur ganz selten auf. In den beiden allein noch zur Beobachtung gekommenen Fällen vom 6. Dezember und 10. Januar (Nr. 43 und Nr. 49 der Tabelle) unterscheiden sich dieselben ausserdem von den früher gefundenen wesentlich dadurch, dass wohl ein kontinuirlicher Uebergang zu den kleinen Eiern hin festzustellen war, während ihr Durchmesser im Maximum immer noch 0,2 mm kleiner war, als der der kleinsten „grossen" Eier. Solche Lücken legen es nahe, dass die Reifung der Eier nicht kontinuirlich vor sich geht: da aber nur wenige derartige Fälle sich fanden, so darf diese Annahme nicht verallgemeinert werden.

Was das Wachsthum der zur Entwickelung gelangenden Eier betrifft, so war bis Ende September keine wesentliche Vergrösserung der Maximaldurchmesser zu erkennen. Auch im Oktober war 1 mm noch der grösste Durchmesser. Im November fand sich dagegen nur ein Fisch, bei dem die grössten Eier unter 1 mm massen. Sehr bemerkenswerth ist es, dass in diesem Monat schon 2 Fische mit reifen Eiern zur Beobachtung gelangten. Bei dem ersten am 11. November auf dem Kieler Markt erworbenen Thier wurden 22000 Eier festgestellt, bei denen die die Reife einleitende Aufnahme der das eigentliche Ei umgebenden klaren Flüssigkeit vorhanden war. Der Durchmesser dieser Eier lag zwischen 1,8 und 1,5 mm. Die Geschlechtsöffnung des betreffenden Thieres war stark geröthet und geschwollen, es schienen aber doch noch keine Eier abgelegt zu sein. Denn einmal hatten sich bei dem Druck der beim Transport doch immer auf die Fische ausgeübt wird, keine Eier entleert, und dann haben die späteren Untersuchungen ergeben, dass bei abgehendem Laich der Durchmesser der grössten Eier im Ovarium immer 2,0 oder sogar 2,1 mm beträgt. Das 2. mit reifen Eiern versehene Individuum im November (Nr. 36) stammte aus Eckernförde. Hier waren etwa 200 Eier beim Transport ausgepresst worden, eine Zahl, die gegen die im Ovarium angetroffenen 23500 reifen Eier allerdings sehr gering ist. Da der Durchmesser derselben zwischen 2,0 und 1,5 lag, so ist es nicht ausgeschlossen, dass ein Theil des Laiches bereits vor dem Fange ausgetreten war. Sehr wahrscheinlich ist das aber auch in diesem Falle nicht. Denn Fische mit fliessendem Laich geben, wenn sie auch nur schwach gedrückt werden, meist eine grosse Masse Laich ab. Die Zahl von 23500 reifen Eiern im Ovarium ist ausserdem die höchste Zahl, die ich beobachten konnte.

In der Tabelle wird es auffällig erscheinen, dass unter den 8 im Dezember bearbeiteten Thieren sich keins mit reifen Eiern findet. Die Ursache liegt aber nicht darin, dass laichreife Fische in diesem Monat wieder selten geworden wären, sondern ist in dem Hauptzweck der Arbeit zu suchen. Fische mit laufenden Eiern hätten eben die Bestimmung der Gesammtzahl der zur Ablage kommenden Eier unmöglich gemacht und deshalb theilte ich dem Eckernförder Lieferanten mit, dass ich nur noch nicht laichreife Thiere gebrauchen könnte. Im Januar erhielt ich dann allerdings unter 8 Fischen aus Eckernförde 7, die bereits mit dem Laichen begonnen hatten. Auf dem Kieler Markt habe ich mich dann überzeugt, dass es thatsächlich in diesem Jahre sehr schwer war, im Februar überhaupt noch unreife Weibchen zu finden. Obgleich ich in diesem Monat fast jeden Morgen den Fischmarkt besuchte, habe ich doch nur ganz vereinzelt solche Thiere erhalten können.

Der Uebergang der grossen in die als reif bezeichneten Eier muss sehr schnell vor sich gehen. Von denjenigen Eiern, die noch keine Flüssigkeit zwischen äusserer Eihaut und dem eigentlichen Ei aufwiesen, massen die grössten 1,3 mm im Durchmesser, meist aber nur 1,0 oder 1,1, während die kleinsten der gleichzeitig in demselben Ovarium vorhandenen reifen Eier (mit Flüssigkeit) 1,5 mm gross waren. Das eigentliche Ei zeigt hierbei auch stets einen Durchmesser von 1,0 bis 1,2 mm. Die aufgenommene Flüssigkeit hat wohl sicher den Zweck, das Ei spezifisch leichter und somit schwebefähig zu machen. Das in kleinsten Tröpfchen aufgespeicherte Fett, der Nahrungsdotter, wird ja auch eine Verringerung des spezifischen Gewichtes des Eies veranlassen, diese genügt aber bei weitem nicht, die Eier schwebend zu erhalten, wahrscheinlich auch nicht in dem salzreichen Nordseewasser. Hierüber können freilich erst weitere Untersuchungen einen genauen Aufschluss geben. Jedenfalls wird man aber zu der Annahme gelangen müssen, dass die vom Ei aufzunehmende Flüssigkeit spezifisch leichter als das Seewasser ist.

Durch den Umstand, dass es nicht möglich war, im März Weibchen mit noch unentwickeltem Laich zu erhalten, mussten die Eizählungen zeitiger abgebrochen werden, als ursprünglich beabsichtigt war. Es scheint keinem Zweifel zu unterliegen, dass die Goldbutt in dem Winter 1898/99 in der Ostsee zeitiger gelaicht haben als gewöhnlich. Die zeitigen Befunde vom November könnten ja als aussergewöhnliche Erscheinungen, die sich als solche bisher der Beobachtung entzogen hatten, angesehen werden. Aber der Schluss der Laichperiode Mitte März spricht auch für ein abnormes Verhalten in diesem Jahre. Dass das Laichen von *Pleuronectes platessa* in der Kieler Bucht Mitte März der Hauptsache nach beendet gewesen ist, geht auch daraus hervor, dass sich unter 200 Plattfischen, die ohne besondere Auswahl einem am 9. März gemachten Fange entnommen waren, neben 173 reifen männlichen Butt nur 17 Weibchen fanden, die alle entweder schon fast abgelaicht hatten oder doch nur noch sehr wenig nicht völlig entwickelte Eier enthielten. Ob auch in der Nordsee eine Verschiebung der Laichzeit stattgefunden hat, weiss ich nicht. 3 Exemplare der „Dampferscholle" ohne genauere Fundortsangabe, die ich am 10. Januar aus Hamburg erhielt, hatten noch keine reifen Eier; unter 3 Stück der „kleinen Hochseescholle", die durch Vermittlung des Herrn Oberfischmeister Decker-Altona am 31. Januar gesandt wurden, fand sich ein Thier mit laufenden Eiern. Aus diesem Material würde ja hervorgehen, dass sich in der Nordsee die Hauptzeit des Laichens nicht verschoben hat; die Zahl der untersuchten Fälle ist jedoch viel zu gering, um einen sicheren Schluss zu erlauben.

Die Ursachen zu einer aussergewöhnlich frühen Eiablage müssen wohl in physikalischen Verhältnissen des Wassers zu suchen sein, und bei dem ziemlich abgeschlossenen, relativ kleinen Ostseebecken ist eine Abweichung von den in der Regel herrschenden Verhältnissen eher zu erwarten als in der Nordsee. Jedenfalls müssten solche Aenderungen, die die Laichzeit um 2 Monate verfrüht haben, bereits sehr zeitig eingesetzt haben. Da eine Zusammenstellung der Ergebnisse der physikalischen Beobachtungen für die letzten Jahre noch nicht vorliegt, so wandte ich mich an Herrn Professor Karsten, der mir mittheilte, dass insbesondere die Temperaturen 1898 und Anfang 1899 so wenig vom Mittel abwichen, dass in denselben kein Grund zu den sonderbaren Erscheinungen, die oben erwähnt sind, gesucht werden könne. Es mögen ja auch die Ernährungsverhältnisse für *Pl. platessa* besonders günstige gewesen sein. Aber es ist ja noch nicht erwiesen, dass bei reichlicher Nahrung die Geschlechtsprodukte eher zur Reife gelangen.

Was nun die gewonnenen Zahlen für die in einer Laichperiode zur Ablage gelangenden Eier betrifft, so waren die ersten Resultate nicht gerade ermuthigend. Ebenso wie sich aus den Seite 233 angeführten früheren Zählungen keine Beziehungen zwischen der Körpergrösse und Eimasse ableiten lassen, zeigten auch die gewonnenen Zahlenwerthe grosse Unterschiede, die weder mit dem Körpergewicht noch mit der Länge der Thiere in Zusammenhang zu bringen waren. Auch die auf 1 kg Fisch (ohne Ovarium) kommenden Zahlen schwankten von etwa 180000 bis über 1 Million. Da aber nicht zu erkennen war, wie viele von den kleinen Eiern noch zur Entwickelung gelangen würden, so wurden die Zählungen fortgesetzt. Bei den Versuchen, durch graphische Darstellung etwaige Beziehungen deutlicher zu machen, zeigte es sich nun, dass sich die absoluten Zahlen der grossen Eier in 3 verschiedenen Gruppen anordneten. Von 50000 bis zu 170000 Eiern war eine grosse Zahl Zwischenwerthe, eine Zahlenreihe, die keine grösseren Lücken aufwies, vorhanden. Dann fand sich eine ähnliche Anhäufung von 220000 bis 270000 und weiter mehr vereinzelte Zahlen von 320000 an aufwärts. In den Zwischenräumen von 170000 bis 220000, sowie von 270000 bis 320000 waren überhaupt keine Eisummen festgestellt, allerdings erst bei der geringen Zahl von 26 Fällen. Gleichwohl drängte diese Thatsache die Vermuthung auf, ob nicht zwischen dem Alter und der Eizahl eine gewisse Beziehung herrschen könne. Es müsste dann allerdings die Wachsthumsgeschwindigkeit der einzelnen Individuen eine sehr ver-

schiedene sein. Denn das Gewicht der Fische mit einer Eizahl bis 170000 Stück schwankte von rund 150 g bis 520 g, das der Fische der zweiten Gruppe von 220 bis 470 g, wobei allerdings das Durchschnittsgewicht dieser Gruppe um 66 g höher war als das der ersten. Da aber gerade bei einzelnen ziemlich schweren Fischen (wie Nr. 1 und 2 der Tabelle) die Eier noch sehr wenig entwickelt waren, so war es ja ziemlich wahrscheinlich, dass bei diesen noch soviel kleine Eier zur Reife gelangt wären, dass die betreffenden Fische bei einer späteren Untersuchung in der 2. Gruppe hätten untergebracht werden müssen.

Spekulationen über solche Möglichkeiten sind aber natürlich ganz werthlos. Es war jetzt die Hauptaufgabe, ein Merkmal zu finden, nach dem sich das Alter der Fische mit möglichster Genauigkeit bestimmen liess. Bei Karpfen z. B. können die Schichten der Schuppen für diesen Zweck verwendet werden. Bei *Pl. platessa* ist dies aber vollständig ausgeschlossen. Einmal ist das Vorhandensein einer Jahresschichtung auch an den einfachen Cycloidschuppen kaum nachzuweisen, und dann findet in fast allen Regionen der Schuppen eine Umbildung einzelner zu Ctenoidschuppen statt; es würde also fast unmöglich sein, bestimmt lokalisirte Schuppen oder Gruppen von solchen zu finden, die bei den verschiedenen Individuen sich gleichmässig zur Schichtenbestimmung eigneten.

Herr Prof. Hensen rieth daher zu einer Untersuchung der Otolithen, und diese hat ergeben, dass sich das Alter der Butt thatsächlich mit grosser Zuverlässigkeit aus der Schichtung der Otolithen bestimmen lässt. Auf die Art der Altersbestimmung werde ich später zurückkommen, hier sei nur auf das an dieser Stelle zunächst interessirende Ergebniss hingewiesen, dass thatsächlich die 3 Gruppen von Eizahlen sich bei den weiteren Beobachtungen als sehr konstant erwiesen, und dass sich aus den Otolithen feststellen liess, dass es sich hierbei wirklich um 3 auf einander folgende Jahrgänge handelt. Zur Gewinnung von Mittelwerthen für Gewicht und Eizahl der einzelnen Jahrgänge sind natürlich nur die Fische von Nr. 28 der Tabelle an verwandt worden, bei denen die Otolithen zur Altersbestimmung gedient haben. Von den früher untersuchten Fischen konnten ausserdem diejenigen benutzt werden, bei denen das gänzliche Fehlen oder eine sehr geringe Zahl von Zwischenstufen zwischen grossen und kleinen Eiern die Anzahl der ersteren als annähernd richtig anzunehmen erlaubte.

Die vom Kieler Markt und aus Eckernförde stammenden Exemplare geben hiernach folgende Mittelwerthe. Für Fische, die das erste Mal laichen, ist das mittlere Gewicht 322 g mit und 266 g ohne Ovarium, die Eizahl 118500. Für den 2. Jahrgang sind die entsprechenden Werthe 505 g, 431 g und 242330 Eier. Die Zahlen für den 3. Jahrgang liegen, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, so weit auseinander, dass hier die Mittelwerthe nur als ganz grobe Annäherung aufzufassen sind, zumal, da sie nur aus 6 Fischen gewonnen werden konnten. Es ergaben sich 683 g als Gesammtgewicht, 554 g als Körpergewicht ohne Ovarium und 387300 Eier. Bei den eben gegebenen Zahlen ist vor allem zu beachten, dass sie nur für die in der Kieler Bucht vorkommenden Goldbutt gelten. Ob sich Thiere aus weiter östlich gelegenen Gebieten, z. B. die aus dem Greifswalder Bodden, ähnlich verhalten, muss erst noch festgestellt werden. Aus 5 an Nordseeexemplaren gewonnenen Eizahlen scheint zu folgen, dass diese Thiere ungefähr gleiche Massen von Eiern hervorbringen, denn die Untersuchung der Otolithen hat ergeben, dass trotz des bedeutend höheren Gewichtes das Alter ganz dasselbe Verhältniss zu den Eizahlen trägt, wie bei den Ostseeformen. Es würde sich also hieraus nur der Schluss ziehen lassen, dass die Nordseeschollen viel schneller wachsen, als die der Kieler Bucht, nicht, dass die „Lokalformen" der Ostsee in kürzerer Zeit geschlechtsreif werden als die der Nordsee. Schätzt man, wie das ja vielfach geschieht, die Fruchtbarkeit eines Fisches nach der Zahl der Eier pro Kilogramm Fleischgewicht, so müsste in Bezug auf Fruchtbarkeit die Nordseeform der Scholle weit gegen die Ostseeform zurückstehen. Da aber gleichaltrige Thiere hierbei dieselbe Eimenge hervorbringen, so scheint es mir, wenigstens bei Fischen, die mehrere Jahre hinter einander laichen, zweckmässig, den Begriff der Altersfruchtbarkeit einzuführen, unter der nach dem oben gesagten die absolute Eizahl, die in einem bestimmten Alter produzirt wird, zu verstehen ist. Es soll nun keinesfalls behauptet werden, dass sich die Altersfruchtbarkeit bei Goldbutt immer in den eben gegebenen engen Grenzen halten müsste. Einmal müssen gewisse Missbildungen von vornherein ausgeschlossen werden, wie sich eine solche z. B. bei Nr. 75 der Tabelle gezeigt hat, bei der nur das eine Ovarium zur Entwickelung gelangt ist. Findet dies im 2. Jahr der Geschlechtsreife statt, so würde die Eizahl, unter sonst normalen Verhältnissen, auf das 1. Jahr der Reife hinweisen. Ferner ist zu beachten, dass im Thierreiche überhaupt die Fruchtbarkeit im Alter oft wieder abnimmt, und es ist auch thatsächlich ein Individuum zur Beobachtung gelangt, das nach den Otolithen zu schliessen im 3. Jahr der Reife gestanden haben muss, dessen Eizahl aber der des 2. Jahres entspricht (Nr. 43). Es ist auch sehr wahrscheinlich, dass sich die gefundenen

Grenzen in anderen Jahren oder anderen Gebieten, überhaupt unter abweichenden Existenzbedingungen, verschieben werden, die gewonnenen Mittelwerthe dürften aber doch den Thatsachen schon ziemlich gut entsprechen.

Die folgende Tabelle enthält sämmtliche von mir vorgenommene Eizählungen von *Pleuronectes platessa* unter Weglassung der für die kleinen, unentwickelten Eier gewonnenen Zahlen.

Tabelle I.

Datum und laufende Nummer	Länge cm	Gesammtgewicht g	Ovarialgewicht g	Volumen der Eier ccm	Eizahl (r. reife, gr. grosse, m. mittlere, kl. kleine Eier)	Eidurchmesser mm	Nummer der Eiablage	Bemerkungen
8. VIII.								
1.	39	522	9,0	—	gr. 92 667	gr. 0.6 —0,3 kl. 0,3 —0,08		
2.	35,5	410	10,4	—	gr. 131 333	gr. 0,45—0,3 kl. 0,3 —0,08		
3.	25,5	156	6,1	—	gr. 50 667	gr. 0,8 —0,3 kl. 0,3 —0,08		
29. VIII.								
4.	32	354	15,7	30	gr. 237 500	gr. 0,75—0.3 kl. 0,3 —0,075		
5.	37.5	515	18,5	32	gr. 382 500	gr. 0,7 —0,3 kl. 0,3 —0,075		
6.	34,5	389	13,5	26	gr. 253 333	gr. 0,6 —0,3 kl. 0,3 —0,075		
2. IX.								
7.	29	221	9,2	17	gr. 127 500	gr. 0,6 —0,3 kl. 0,3 —0,075		
8.	29	217	4,9	9	gr. 89 750	gr. 0,45—0,25 kl. 0,3 —0,075		
9.	28	196	7,8	13	gr. 102 000	gr. 0,7 —0,3 kl. 0,3 —0,075		
10.	28	195	5,1	10	gr. 64 500	gr. 0,55—0,25 kl. 0,3 —0,075		
12. IX.								
11.	34	338	21,1	37	gr. 230 000	gr. 0,8 —0,35 kl. 0,35—0,075		
12.	31	286	12,6	25	gr. 256 000	gr. 0,7 —0,3 kl. 0,3—0,075		
13.	29	236	13,2	?	?	?		
14.	28,5	217	13,3	?	gr. 233 750	gr. 0,75—0,3 kl. 0,3 —0,075		
15.	27	181	3,8	8	gr. 55 625	gr. 0,6 —0,25 kl. 0,25—0,075		
20. IX.								
16.	33,5	405	13,9	24	gr. 238 333	gr. 0,75—0,3 kl. 0,3 —0,075		
23. IX.								
17.	40,5	693	22,7	40	gr. 736 250	gr. 0,55—0,3 kl. 0,25—0,075		
18.	37	478	22,0	32	gr. 353 333	gr. 0,5 —0,3 kl. 0,3 —0,15		
19.	34	376	28,8	53	gr. 234 444	gr. 0,9 —0,3 kl. 0,3 —0,075		
30. IX.								
20.	31	318	17,2	34	gr. 214 000 m. 11 333	gr. 0,8 —0,3 kl. 0,3 —0,075		
21.	32,5	343	12,0	23	gr. 158 667 m. 12 000	gr. 0,7 —0,25 kl. 0,25—0,05		
22.	36	484	21,1	37	gr. 220 833 m. 18 333	gr. 0,65—0,3 kl. 0,35—0,05		
23.	38	595	49,3	95	gr. 396 250 m. 28 750	gr. 0,85—0,3 kl. 0,3 —0,05		

Datum und laufende Nummer	Länge	Gesammtgewicht	Ovarialgewicht	Volumen der Eier	Eizahl (r. reife, gr. grosse, m. mittlere, kl. kleine Eier)	Eidurchmesser	Nummer der Eiablage	Bemerkungen
	ccm	g	g	ccm		mm		
10. X.								
24.	26	211	21,5	42	gr. 108 333 m. 4 167	gr. 0,9 —0,3 kl. 0,3 —0,075		
25.	30	283	28,5	57	gr. 159 167 m. 10 000	gr. 1,0 —0,4 kl. 0,3 —0,05		
26.	33,5	356	22,9	42	gr. 136 667 m. 2 500	gr. 0,8 —0,3 kl. 0,3 —0,05		
27.	34,5	423	19,3	35	gr. 154 000 m. —	gr. 0,8 —0,4 kl. 0,3 —0,075		
4. XI.								
28.	30,5	257	30,5	40	gr. 97 500	gr. 1,0 —0,5 kl. 0,25—0,05	I	
29.	34	398	44,4	78	gr. 204 444 m. 26 667	gr. 1,1 —0,3 kl. 0,3 —0,05	II	
8. XI.								
30.	31	286	39,4	70	gr. 121 667 m. 5 833	gr. 1,0 —0,3 kl. 0,25—0,05	I	
31.	32	302	30,6	44	gr. 135 000 m. 34 167	gr. 0,8 —0,25 kl. 0,25—0,05	I	
11. XI.								
32.	39,5	652	93,7	155	r. 22 000 gr. 455 125 m. 8 250	r. 1,8 —1,5 gr. 1,0 —0,3 kl. 0,25—0,05	III	
18. XI.								
33.	35,5	439	45,7	90	gr. 145 000	gr. 1,1 —0,7 (0,4 —0,3) kl. 0,25—0,05	I	
34.	35	506	82,0	140	gr. 242 500	gr. 1,0 —0,7 (—0,4 selten) kl. 0,25—0,05	II	
35.	35,5	510	59,7	123	gr. 239 000	gr. 1,0 —0,5 kl. 0,25—0,05	II	
36.	42	1100	385,7	530	r. 23 500 gr. 535 000	r. 2,0 —1,5 gr. 1,2 —0,7 kl. 0,25—0,05	III	
23. XI.								
37.	33	329	42,4	107	gr. 153 333	gr. 1,2 —0,5 kl. 0,25—0,05	I	
38.	33	349	59,2	127	gr. 158 000	gr. 1,2 —0,7 kl. 0,25—0,05	I	
39.	35,5	488	72,4	154	gr. 263 000	gr. 1,2 —0,45 kl. 0,25—0,05	II	
40.	38,5	623	150,6	254	gr. 255 556	gr. 1,2 —0,7 kl. 0,25—0,05	II	
6. XII.								
41.	35	476	53,6	89	gr. 328 000	gr. 0,9 —0,5 kl. 0,25—0,05	III	
42.	36,5	558	114,6	176	gr. 331 000	gr. 1,1 —0,6 kl. 0,25—0,05	III	
43.	39	582	47,8	80	gr. 204 000 m. 23 200	gr. 0,8 —0,5 (0,3—0,25) kl. 0,25—0,05	III	
44.	39	732	81,1	133	gr. 393 750	gr. 1,0 —0,5 kl. 0,25—0,05	III	
16. XII.								
45.	31,5	289	33,7	58	gr. 100 000	gr. 1,1 —0,6 kl. 0,25—0,05	I	
46.	35,5	453	69,5	99	gr. 212 500	gr. 1,0 —0,5 kl. 0,25—0,05	II	
47.	34,5	529	109,4	172	gr. 267 240	gr. 1,2 —0,7 kl. 0,25—0,05	II	
48.	38,5	585	73,6	118	gr. 250 750	gr. 1,0 —0,6 kl. 0,25—0,05	II	

Datum und laufende Nummer	Länge cm	Gesammtgewicht g	Ovarialgewicht g	Volumen der Eier ccm	Eizahl (r. reife, gr. grosse, m. mittlere, kl. kleine Eier)	Eidurchmesser mm	Nummer der Eiablage	Bemerkungen
10. I. 99. 49.	30,5	299	51,4	87	gr. 65 000 m. 12 000	gr. 1,0 —0,6 m. 0,4 —0,2 kl. 0,25—0,05	I	
50.	33	407	116,7	174	r. 4 333 gr. 144 333	r. 2,1 —1,5 gr. 1,1 —0,6 kl. 0,25—0,05	II	Eier laufend
51.	33,5	460	125,9	172	r. 10 000 gr. 167 917	r. 2,0 —1,5 gr. 1,1 —0,7 kl. 0,25—0,05	II	desgl.
52.	36	467	119,1	155	r. 22 250 gr. 62 000	r. 2,0 —1,5 gr. 1,2 —0,8 kl. 0,25—0,05	II	desgl.
53.	48	1100	93,8	149	gr. 152 917	gr. 1,2 —0,8 kl. 0,25—0,05	I	N (= Nordsee)
54.	49,5	1420	293,8	400	gr. 173 563	gr. 1,2 —1,0 kl. 0,25- 0,05	I	N
55.	54	1770	143,7	215	gr. 223 250	gr. 1,1 —0,7 kl. 0,25—0,05	II	N
27. I. 56.	33	358	92,0	120	r. 7 200 gr. 119 800	r. 2,0 —1,5 gr. 1,1 —0,7 kl. 0,25—0,05	I	Eier laufend
57.	32	382	132,8	163	r. 8 667 gr. 97 333	r. 2,0 —1,6 gr. 1,0 —0,7 kl. 0,25—0,05	I	desgl.
58.	35,5	454	108,0	?	Zum Theil abgelaicht	?	II	
59.	36	583	186,8	264	r. 7 000 gr. 173 750	r. 2,0 —1,5 gr. 1,2 —0,7 kl. 0,25—0,05	II	Eier laufend
31. I. 60.	45,5	754	128,0	185	r. 3 200 gr. 75 800	r. 2,0 —1,5 gr. 1,3 —1,0 kl. 0,25—0,05	II	N desgl.
61.	42,5	755	132,2	192	gr. 122 800	gr. 1,2 —0,9 kl. 0,25—0,05	I	N
62.	45,0	969	162,4	225	gr. 109 500	gr. 1,3 —1,0 kl. 0,25—0,05	I	N
3. II. 63.	24	146	34,4	47	gr. 59 100 Ganz vereinzelt (etwa 50) reife Eier	gr. 1,3 —0,7 kl. 0,25—0,05	I	
64.	24,5	210	40,5	?	Zum Theil abgelaicht	?	I	
65.	28	177	7,8	?	Vollständig abgelaicht	?	I	
13. II. 66.	28	231	70,4	93	r. 5 200 gr. 48 800	r. 2,0 —1,6 gr. 1,3 —0,8 kl. 0,25—0,05	I	Eier laufend
67.	32	260	18,3	?	Fast vollständig abgelaicht	?	I	
14. II. 68.	36,5	513	134,1	170	r. 1 750 gr. 111 750	r. 2,0 —1,6 gr. 1,3 —0,8 kl. 0,25—0,05	I	desgl.
69.	37	580	196,3	?	?	?	I	
17. II. 70.	32	361	66,6	90	gr. 112 125	gr. 1,0 —0,7 kl. 0,25—0,05	I	
71.	32	290	70,2	91	gr. 123 125	gr. 1,1 —0,6 kl. 0,25—0,05	I	

Datum und laufende Nummer	Länge cm	Gesammtgewicht g	Ovarialgewicht g	Volumen der Eier ccm	Eizahl r. reife gr. grosse m. mittlere kl. kleine Eier	Eidurchmesser mm	Nummer der Eiablage	Bemerkungen
23. II. 72.	31	297	62,4	82	gr. 123 500	gr. 1,0 —0,8 kl. 0,25—0,05	I	
73.	30	194	—	—	Abgelaicht	?	I	
74.	25,5	141	—	—	Abgelaicht	?	I	
25. II. 75.	29	184	30,9	45	gr. 51 500 (103 000)	gr. 1,2 —0,8 kl. 0,25—0,05	I	Nur das Ovarium der blinden Seite entwickelt.

Wie oben angegeben ist, steigt die Fruchtbarkeit von *Pleuronectes platessa* mit dem Alter: wenigstens ist ein solches Steigen für die 3 ersten Jahre der Eiablage als Regel nachzuweisen. Aeltere Thiere, als solche, die zum dritten Mal ihren Laich entwickelt hatten, habe ich nicht untersuchen können; in der Ostsee werden dieselben wohl auch nicht sehr häufig sein, und es erscheint mir mehr als zweifelhaft, ob für spätere Jahrgänge eine weitere gesetzmässige Zunahme der Eizahl sich würde nachweisen lassen. Für allgemeine Fragen der Fischerei ist das Auftreten solcher älteren Thiere ja auch ganz bedeutungslos, selbst wenn auf ein- bis zweihundert Weibchen ein solches mit einer absolut sehr hohen Eizahl kommen sollte. Von Wichtigkeit ist aber natürlich die Feststellung des Alters, in welchem die Butt zum ersten Mal laichen. Petersen in seinen Untersuchungen „From the Danish biological Station" bezeichnet die jungen Butt im ersten Jahr mit 0, die im zweiten Jahre mit I und so fort, wobei seine Zahlen eben die voll zurückgelegten Jahrgänge angeben. — So gern ich mich der Gleichartigkeit der Darstellung wegen dieser Methode bedienen würde, veranlassen mich doch verschiedene Gründe, die Zählung nach laufenden Jahrgängen vorzunehmen. Die Hochzeit der Eiablage wird hauptsächlich in den Januar und Februar fallen, doch werden auch im Dezember und März beträchtliche Massen Eier abgelegt werden, und man kann daher ganz im allgemeinen den Beginn eines neuen Jahrganges in den Anfang des Kalenderjahres legen. In der Zeit, wenn sich frisch abgelegte Butteier finden, tritt die Brut des verflossenen Jahres[1]) in den 2. Jahrgang. Ebenso fällt die Bildung der Geschlechtsprodukte in die zweite Hälfte desjenigen Jahrganges, der mit der gänzlichen Abstossung derselben sein Ende findet. Da sich nun an den Otolithen in jedem Jahre eine besondere scharf zu charakterisirende Schicht bildet, und gerade die Erkennung der innersten Schicht von grösster Bedeutung ist, so würde es doch auffallen, wenn diese mit 0 bezeichnet würde, während sie den andern völlig gleichwerthig ist und auch im allgemeinen fast dieselbe Zeit zu ihrer Bildung beansprucht hat.

Nachdem die jungen Butt unter Verlust der bilateralen Symmetrie ganz flache, sandige Küstenregionen aufgesucht haben, findet man sie oft in grosser Menge beieinander und zwar in recht beträchtlichen Abweichungen in Bezug auf die Grösse. So erhielt ich aus Eckernförde am 14. September 1898 52 junge *Pleuronectes platessa*, die in der Länge zwischen 37 und 84 mm schwankten. Vom November 1897 sind aus derselben Gegend in Kiel junge Butt von 55 bis zu 120 mm Länge aufbewahrt. Dass es sich in diesen beiden Fällen nicht um je 2 verschiedene Jahrgänge handelte, wurde schon dadurch wahrscheinlich, dass sich fast alle Uebergangsgrössen fanden. Auch war beispielsweise unter den 98er Exemplaren nur die Grösse von 50 bis 60 mm besonders zahlreich vertreten, nach den beiden Extremen hin fanden sich nur vereinzelte Exemplare. Die Ursache für diese beträchtlichen Grössenunterschiede kann eine zweifache sein: einmal und hauptsächlich die Ausdehnung der Laichzeit auf etwa 4 Monate und dann der Umstand, dass die zunächst willenlos treibenden Eier zu der Zeit, zu welcher die jungen Fische ausschlüpfen, in Gebiete von ganz verschiedenem Nährgehalt getragen worden sein können. Dieser letztere Umstand wird in der Ostsee eine grössere Rolle spielen, als in der

[1]) Diese Brut ist also am 1. Januar verschieden alt, sie kann ein Jahr und etwas darüber alt sein, wird aber in der Regel einige Monate jünger sein. Es ist zweckmässig, sie bei Zählung der Jahrgänge als am 1. Januar 1 Jahr alt geworden zu rechnen.

Nordsee, da wegen der Flachheit des ersteren Meeres Unterschiede im Bodenrelief einen viel grösseren Einfluss auf die Existenzbedingungen der pelagischen Fauna und Flora ausüben müssen, als dies bei tieferen Meeren der Fall sein kann. Allerdings ist hierbei weiter zu beachten, dass die letztere Ursache in den Gebieten der Ostsee mit einem so schwachen Salzgehalt, der das Schweben der Butteier unmöglich macht, ganz in Wegfall kommt.

Der sichere Beweis dafür, dass in den beiden oben angeführten Fällen thatsächlich nur je ein Jahrgang vorgelegen hat, ergiebt sich aus der Untersuchung der Otolithen. Zum Vergleich habe ich stets den Otolithen der Augenseite gewählt, der sich von dem der blinden Seite sehr leicht durch die excentrische Lage seines Kernes, d. h. desjenigen Punktes, um den die Schichtenbildung sich vollzieht, auszeichnet. Betrachtet man den Otolithen von der der Eintrittsstelle des Nerves abgewandten Fläche aus bei durchfallendem Licht, so erscheint der innerste Kern (Taf. I a) sehr dunkel. Diesen umgiebt eine ziemlich schmale, helle Schicht (b), die wiederum von einem dunklen Ring (c) umschlossen ist. Die nun folgende Schicht (d) beginnt stets hell, wird aber nach aussen zu, meist allmählich, dunkler und findet ihren Abschluss durch einen fast unvermittelt eintretenden dunklen Contour (I), der eine neue dunkle, nach aussen zu heller werdende Schicht einleitet. An Fig. 4 sind diese Schichten sehr deutlich zu erkennen. Der innere Kern und die erste helle Schicht (a und b der Figuren), wahrscheinlich auch noch ein Theil der folgenden dunklen (Schicht c), werden während des pelagischen Lebens gebildet. Der Rest dieser sowie der Anfang der folgenden hellen Schicht (d) entstehen während des Aufenthaltes an der Küste, und der dunkle Contour (I) bildet sich erst, nachdem das Thier mehr in die Tiefe gegangen ist, etwa im Januar oder Februar. Mit diesem Contour beginnt also ein neuer Jahrgang. Die nun folgenden Jahresringe sind im allgemeinen so gebildet, dass die innere, aus der ersten Hälfte des Jahres stammende Schicht dunkel erscheint, die äussere dagegen hell. Jeder weitere Jahrgang setzt dann wieder mit einem besonders dunklen Contour ein.

Wenn der Otolith nicht aussergewöhnlich dick ist, lassen sich die einzelnen Schichten bei schwacher Vergrösserung meist sehr leicht unterscheiden, nachdem der Otolith eine kurze Zeit in Wasser gelegen hat. Andere Aufhellungsmittel, wie Glycerin oder Nelkenöl, sind durchaus nicht zu empfehlen. Grössere Schwierigkeit macht gelegentlich die Trennung der Schichten des 1. und 2. Jahrganges, da dieselben von denen der späteren Jahrgänge überlagert sind. Auch bei Otolithen alter Thiere ist aber dann doch wenigstens die Grenze zwischen den Ablagerungen des 2. und 3. Jahres deutlich wahrzunehmen. Bei solchen Otolithen ist die Anfertigung eines Schliffes oftmals von Vortheil. Zunächst wird man hierbei an Flächenschliffe denken; an denselben kann man aber nie alle Jahresschichten zugleich zur Darstellung bringen, da, von aussen betrachtet, die Otolithen meist schüsselförmig vertieft sind, das Centrum also nicht in derselben Ebene liegt, wie der äusserste Jahresring. Am zweckmässigsten erscheint daher ein Schliff senkrecht zu den Ebenen der Jahresringe und parallel zur Längsachse des Otolithen.

In Fig. 1 bis 3 sind Otolithen von Butt im ersten Jahr dargestellt. Nr. 2 ist schwach angeschliffen. Die einzelnen Schichten bei Nr. 2 und 3 lassen sich sehr leicht auf einander zurückführen, wenn man bedenkt, dass 2 im September, 3 im November erbeutet ist. Bei Nr. 2 ist des Schliffes wegen der Kern ziemlich hell, während bei Nr. 3 die den Kern zunächst umgebende helle Schicht nur undeutlich hervortritt. Der äusserste Ring von Nr. 3 fehlt bei Nr. 2 noch vollständig. Schwieriger ist es schon, Nr. 1 und Nr. 3 mit einander zu vergleichen, die von demselben Fange stammen. Die Grössen der beiden Fische waren sehr abweichend, 55 mm und 120 mm. Es ist bis jetzt ganz unbekannt, welchen Einfluss der Zeitpunkt des Ausschlüpfens des jungen Fisches auf die Dauer des pelagischen Lebens ausübt. Wahrscheinlich ist es ja, dass bei höherer Temperatur die Entwickelung beschleunigt wird, dass also bei den später ausschlüpfenden Formen das pelagische Leben kürzere Zeit währt, als bei solchen, die zeitig im Jahre das Ei verlassen haben. Bei Nr. 1 ist nun auch die Schichtenfolge genau die gleiche wie bei Nr. 2 und 3, nur sind die Dimensionen viel geringer.

Bei Nr. 1 und 3, die beide von im November gefangenen Thieren stammen, würde bis zum Beginn der neuen Jahresschicht nicht mehr viel Material abgelagert worden sein, die beiden stellen daher auch so ziemlich das Minimum und Maximum der Ablagerung des ersten Jahres dar. Bei dem beträchtlichen Grössenunterschiede beider ist es erklärlich, dass es für die Schichtung des Otolithen auch noch im 4. oder 5. Jahrgang von Einfluss ist, ob das betreffende Thier einem zeitig oder spät abgelegten Eie entstammt.

Nr. 4 ist einem Thier entnommen, das bei einer Länge von 115 mm Ende Februar erbeutet wurde. Die einzelnen Schichten des ersten Jahrganges sind sehr deutlich, vom zweiten Jahrgang ist vorn und unten (in Bezug auf die Lage des Otolithen im Thiere) der Beginn der Ablagerung sehr scharf abgegrenzt. Diese

Begrenzung, die meist vorn und hinten am deutlichsten ist, tritt in der Regel als Relief hervor und verliert in Folge dessen mit der Zeit an Deutlichkeit, da sie durch die allerdings schwache allmähliche Verdickung des Otolithen abgestumpft wird.

Im zweiten Jahr ist das Wachsthum des Otolithen ein sehr intensives. Es ist dies sowohl bei Nr. 5 wie bei Nr. 6 wahrzunehmen, die sich beide durch eine kleine erste Jahresschicht auszeichnen, die jedoch der von Nr. 1 ziemlich genau gleicht. Nr. 5 stammt von einem Thier, das Ende Februar 165 mm lang war. Die Grenze zwischen zweitem und drittem Jahrgang (II) ist nur aus dem Grunde nicht sehr scharf, weil der Otolith ein wenig angeschliffen ist, wodurch besonders die Schichtung der ersten Jahresablagerung (a, b, c, d) sehr deutlich geworden ist. Die ausserhalb II gelegene schmale Schicht stimmt in ihrem Durchmesser genau mit der ausserhalb I bei Nr. 4 entwickelten überein, und es sind ja auch beide Thiere an demselben Tage erbeutet; es sind also die beiden Schichten unter der Wirkung gleicher äusserer Bedingungen gebildet worden. Bei Nr. 5 findet sich etwa in der Mitte der 2. Jahresschicht (zwischen I und II) ein ziemlich scharfer Contour neben einer Anzahl weniger deutlicher concentrischer Linien. Diese Linien treten erst bei Schliffen deutlich hervor (wie auch bei Fig. 2) und sind bei ganz unversehrten Otolithen meist unscharf, wenn auch oft recht dunkel, wie z. B. bei Nr. 4. Es verdanken diese Linien ihren Ursprung jedenfalls dem Umstande, dass diejenigen Verhältnisse, die innerhalb grösserer Zeiträume das Entstehen der breiten hellen und dunklen Schichten bedingen, auch in kürzeren Zeitabschnitten nicht ganz constant sind. Als Jahresgrenzen können dieselben schon deshalb nicht angenommen werden, weil (abgesehen von der 1. Jahresschicht) die Helligkeit der Ablagerungen innerhalb und ausserhalb derselben meist die gleiche ist, oder sich die dunkle Schicht innen findet. Nr. 6 endlich rührt von einem geschlechtsreifen Männchen her, das am 9. März 235 mm lang war. Hier sind 3 vollendete Jahrgänge und der Beginn des vierten gut zu erkennen.

Da aus dem Durchmesser der ersten Jahresschicht bis zu einer gewissen Genauigkeit sich die Zeit des Ausschlüpfens bestimmen lässt, eine Genauigkeit, deren Grad natürlich erst durch zahlreiche Beobachtungen, eventuell auch durch Züchtungsversuche, festzustellen sein wird, so sieht man, dass der Otolith für die Altersbestimmung des Goldbutt in hervorragender Weise geeignet ist. Dass die erste Jahresschicht in allen Fällen trotz ihrer starken Abweichungen in der vorliegenden Untersuchung stets als gleichwerthig angenommen ist, hat nun noch folgenden Grund. Die Geschlechtsreife tritt nämlich stets mit dem Ende des dritten Jahrganges ein, ganz gleichgiltig, ob das Thier früh oder spät im Jahre aus dem Ei geschlüpft ist. Es erklärt sich hieraus auch, warum sich unter den zum ersten Mal laichenden Fischen Thiere von so verschiedenem Gewichte finden; dabei scheinen auch noch diejenigen Fische, die bei geringer Grösse in den zweiten Jahrgang eintreten, im Wachsthum unverhältnissmässig hinter den anderen zurück zu bleiben.

Die Thatsache, dass Goldbutt bei sehr verschiedener Grösse laichreif werden, hebt auch Petersen[1]) hervor; seine Annahme, dass die Ursache zu diesem Verhalten darin zu suchen sei, dass die reifen Thiere eines Gebietes aus sehr verschiedenen Gegenden, in denen äussere Einflüsse ein schnelleres oder langsameres Wachsthum bedingen, stammen müssen, trifft jedenfalls für die von ihm untersuchten Gebiete in weit höherem Masse zu, als für die Kieler Bucht. Aber auch in den Gewässern, welche Nord- und Ostsee mit einander verbinden, kann die Zeit der Eiablage auf das Wachsthum der jungen Brut nicht ohne wesentlichen Einfluss sein; das geht schon aus den starken Grössendifferenzen von Fischen im 1. Jahrgang hervor, Differenzen, für die man doch das Zusammenströmen ganz junger Thiere aus weit entlegenen Gegenden kaum verantwortlich machen kann, besonders, seitdem es feststeht, dass *Pl. platessa* thatsächlich in der Ostsee laicht.

Den Eintritt der Reife giebt Petersen (l. c. pag. 6) auch für den dritten Jahrgang an, bei einzelnen Individuen soll dieselbe jedoch schon im 2. Jahre zu beobachten sein. Da hier aber für die Altersbestimmung ausschliesslich die Länge der Fische massgebend gewesen ist, so fehlt dieser Annahme eine genauere Begründung; thatsächlich findet man ja auch oft genug Thiere am Ende des 2. Jahres mit noch ganz unentwickelten Geschlechtsorganen, die viel länger und schwerer sind, als gleichzeitig erbeutete Exemplare des 3. Jahres mit reifen Geschlechtsprodukten. Hier sei als eigenthümlicher Fall früher Reife ein Männchen erwähnt, das ich am 3 Februar erhielt, und dessen Hoden äusserlich noch ganz unentwickelt schien. Aus den Otolithen ergab sich als Alter der Beginn des dritten Jahres. Trotzdem zeigten vereinzelte Spermatozoen nach Zusatz von aus reifen Eiern herausgepresster Flüssigkeit eine deutliche Bewegung.

[1]) On the Biology of our Flat-fishes. From the danish biological Station. IV. 1893. Kjøbenhavn 1894.

Auch die recht unwahrscheinliche Annahme von Petersen, dass unsere Form, nachdem sie einmal gelaicht hat, nicht jedes Jahr wieder laicht oder zu laichen braucht, ist wohl auf die Altersbestimmung nach der Grösse zurückzuführen. Wie aus der Tabelle pag. 238—41 zu entnehmen ist, wogen 2 Goldbutt aus der Nordsee (Nr. 53 und 54) während ihrer ersten Laichreife (zu Beginn des 4. Jahres) ohne die Ovarien 1000 bezw. 1100 g, während das Durchschnittsgewicht des gleichen Jahrganges aus der Kieler Bucht 266 g, das des nächsten Jahrganges 431 g beträgt. Weniger werden die beiden Nordseeexemplare ein Jahr früher kaum gewogen haben; hätte man ihr Alter zu dieser Zeit nach dem Gewicht, unter Zugrundelegung der für die Kieler Bucht massgebenden Verhältnisse, bestimmt, so würde man sie also sicher 2 Jahre älter taxirt haben, als sie wirklich waren, trotzdem sie damals die Geschlechtsreife überhaupt noch nicht erlangt hatten.

In der Tabelle S. 238—41 sind die Zahlen unter „Nummer der Eiablage" nach dem oben angedeuteten Verfahren bestimmt. Um jede Beeinflussung durch die Eizahl, deren Beziehung zum Alter ja erst festgestellt werden sollte, auszuschliessen, wurde die Altersbestimmung mehrmals und stets ohne Kenntniss der für den betreffenden Fisch gewonnenen Eizahl vorgenommen. Die Ziffern I, II, III der Eiablage bedeuten also, dass die Fische am Ende des 3., 4., 5. Jahres bez. am Anfang des folgenden Jahres gestanden haben.

Da es sich ganz im allgemeinen zeigte, dass ältere Fische ohne erkennbare Beziehung zu ihrer Körpergrösse grössere Otolithen besassen als jüngere, so wurden die Otolithen, soweit sie noch nicht geschliffen waren, einer Wägung unterzogen. Die so gewonnenen Zahlen konnten aber aus mehrfachen Gründen nicht gut mit einander verglichen werden. Die Fische stammten aus der Zeit von Anfang November bis Ende Februar, die Otolithen der letzteren werden in dieser Zeit also schon beträchtlich zugenommen haben, während, wie sich aus den angeführten Untersuchungen ergeben hatte, die Zahl der in der betreffenden Laichperiode abzulegenden Eier keinen wesentlichen Aenderungen unterworfen sein konnte. Eine Erhöhung des Gesammtgewichtes der Weibchen innerhalb dieser Zeit wird auch fast ausschliesslich der Vergrösserung des Ovarialgewichtes zuzurechnen sein, so dass, wie dies auch oben geschehen ist, trotz der Differenz in der Fangzeit sowohl Eizahl wie auch Körpergewicht unter Abzug des Ovarialgewichtes unter einander verglichen werden konnten. Auf das Gewicht der Otolithen konnte aber noch der Umstand verändernd eingewirkt haben, dass die Fische aus verschiedenen Gegenden stammten. Ganz abgesehen von den 6 Nordseeexemplaren war eine Herkunft aus Gebieten von öfters recht schwankendem Salzgehalte wahrscheinlich.

Um alle diese störenden und unberechenbaren Einflüsse möglichst auszuschliessen, wurde ein Fischhändler beauftragt, 200 Stück aus einem Fange stammende Goldbutt zu liefern. Als Bedingung war ausserdem angegeben, dass die Fische nicht besonders nach der Grösse oder dem Geschlecht ausgesucht sein durften. Ausser ein paar *Pleuronectes flesus* und *Pl. limanda* wurden 175 männliche und 17 weibliche Goldbutt mit fast völlig entleerten Ovarien geliefert. Aus der Untersuchung der Otolithen der Männchen haben sich nun die folgenden Resultate ergeben.

Da die Stelle, an der die Fische erbeutet wurden, wie schon die Zusammensetzung des Fanges erkennen lässt, ohne Zweifel ein Platz, wo gelaicht wird, gewesen ist, lässt sich schliessen, dass junge, unreife Butt nur ausnahmsweise die Züge der geschlechtsreifen Thiere begleiten. Denn es fanden sich unter den 175 Männchen nur 2 unreife, die am Anfang des dritten Jahrganges standen. Im vierten Jahrgang waren 111, im fünften 58 und im sechsten 2 Stück. Von 2 liess sich das Alter nicht bestimmen. Jedenfalls sind ja mehr als 2 Exemplare des dritten Jahrganges (auf die übrigen 173 Männchen des Fanges bezogen) vorhanden gewesen, die wegen ihrer geringen Körpergrösse aus den Maschen des Netzes geschlüpft sind; da aber allein 15 Stück des vierten Jahrganges kleiner waren, als das grössere Exemplar des dritten Jahrganges, so lässt sich doch mit Sicherheit der Schluss ziehen, dass nicht entfernt so viel Thiere des dritten Jahrganges versammelt waren, als ihrer Masse nach bei relativ gleicher Betheiligung wie der der späteren Jahrgänge hätten erwartet werden müssen. Denn wenn auf 58 Fische des fünften Jahrganges 111 des vierten kommen, so wird für das gleiche Gebiet eine Zahl von 200 des dritten Jahrganges kaum zu hoch gegriffen sein. Hierbei sind die Zahlen 58, 111 und 200 aber natürlich als Verhältnisszahlen für ein grösseres Gebiet mit einheitlichen Existenzbedingungen aufzufassen.

Die Gewichte der Otolithen der beiden Körperseiten weichen in der Regel wenig von einander ab. Auch ein häufiges Ueberwiegen des Otolithen der einen Seite über den der andern Seite hat sich nicht feststellen lassen, ja in 22 Fällen stimmten beide bei einer Gewichtsbestimmung auf halbe Milligramm überein. Für die folgende Tabelle, aus der die Anzahl der Fische der einzelnen Jahrgänge mit einem Otolithengewicht von 5 zu 5 mgr zu entnehmen ist, sind daher die Mittelgewichte der Otolithen beider Seiten verwendet worden.

Den speziellen Nachweis für die Wägungen gebe ich in der Tabelle II am Schluss der Abhandlung.

Gewicht der Otolithen in mgr	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40	40—45	45—50	50—55	55—60	60—70	70—80
4. Jahrgang.	2	4	19	33	44	9	—	—	—	—	—
5. Jahrgang.	—	—	—	—	5	17	17	10	7	1	1

Das Mittelgewicht der Fische des vierten Jahrganges ergiebt sich nach denselben Exemplaren zu 173 g, das der zugehörigen Otolithen zu 34 mg. Die entsprechenden Zahlen für den fünften Jahrgang sind 222 g und 48,5 mg.

In den 2 Fällen, in denen unter den 175 Männchen das Alter nicht bestimmt werden konnte, lagen eigenthümliche Missbildungen der Otolithen vor. Dieselben waren in ihrer äusseren Gestalt den anderen ganz gleich, sie bestanden aber aus ganz fein krystallisirtem kohlensauren Kalk, dem auch die geringste Spur einer Schichtung vollständig fehlte. Die normalen Otolithen sind dagegen aus amorphem Kalk zusammengesetzt, und ihre Schichtung ist der Hauptsache nach auf das Vorhandensein oder Fehlen einer organischen Beimischung zurückzuführen. Sehr einfach und bequem lässt sich dies nachweisen, wenn man den Otolithen in eine sehr verdünnte Lösung von essigsaurem Karmin bringt. Die mit organischer Substanz durchsetzten Schichten bleiben dann als intensiv rothe Ringe, die nur ganz locker zusammenhängen, übrig. Häufig werden sie allerdings durch die aufsteigenden Gasblasen stark beschädigt. Die starke Beimengung organischer Substanz zum kohlensauren Kalk deutet auf eine verminderte Ausscheidung des letzteren hin. Abgesehen vom ersten Jahrgang, während dessen die jungen Fische sehr wechselnden Einflüssen ausgesetzt sind, deren Wirkung auf den Organismus noch so gut wie unbekannt ist, lässt sich in der Kalkabscheidung im Otolithen eine gewisse Periodicität erkennen. In der ersten Hälfte des Jahres ist diese Abscheidung eine schwächere, als in der zweiten Hälfte. Es scheint dies in guter Uebereinstimmung mit der Temperatur zu stehen. Simroth in seiner „Entstehung der Landthiere" (p. 158) spricht den Gedanken aus, dass, wie für das Wachsthum, so auch für die Kalkablagerung ein relativ hohes Temperaturoptimum bestehe. Die Goldbutt leben nun in der Ostsee meist an tieferen Stellen, und für diese ist thatsächlich die Temperatur von Juli bis Dezember in der Regel beträchtlich höher als vom Januar bis Juni. Während das Maximum der Temperatur des Oberflächenwassers im Juli oder August eintritt, findet es sich in einer Tiefe von etwa 30 m (bei Friedrichsort) meist erst im Oktober, ja gelegentlich sogar erst im November (so im Jahre 1879 mit 11,77° C gegen 10,77° im Oktober). Die dunkle Schicht, die, wie oben ausgeführt, etwa beim Jahresbeginn auftritt, fällt ziemlich genau mit dem Eindringen der niederen Temperatur des Oberflächenwassers in die Tiefe zusammen, das, wie man sich aus den von Karsten herausgegebenen „Beobachtungen an den Küstenstationen" der Kommission überzeugen kann, meist in der Zeit vom Januar bis März eintritt.

Wenn, wie eben angenommen wurde, die Kalkablagerung bei der Bildung der Otolithen von *Pleuronectes platessa* durch den Wechsel in der Temperatur bedingt ist, so lässt sich ein solcher Einfluss bei Fischen, deren Otolithen keine Schichtung aufweisen, nicht erkennen. Solche Fische sind, wie mir Herr Dr. Apstein mittheilt, unter anderen der Hering, die Makrele und der Aal. Ein Fehlen der Schichtung findet sich ja auch als Ausnahme beim Goldbutt.

Zum Schluss möchte ich noch auf folgendes hinweisen. Es ist weiter oben bereits hervorgehoben worden, dass die Dauer des pelagischen Lebens ebenso wie die der Entwickelung der Larve aus dem Ei von der Temperatur und somit von dem Zeitpunkt der Eiablage abhängen wird. Nun ist es von vornherein sehr wahrscheinlich, dass die kürzere oder längere Dauer derjenigen Verhältnisse, die während des freien Umherschwimmens der jungen Fische auf diese letzteren einwirken, nicht ohne Einfluss auf bestimmte Charaktere ist, die allgemein als variabel bezeichnet werden. Bei *Pleuronectes platessa* ist dies nun z. B. in Bezug auf das Verhältniss der Höhe zur Länge der Fall. Untersucht man Goldbutt des ersten Jahrganges, die gleichzeitig an ein und derselben Stelle gefangen sind, so sind ganz allgemein die grösseren relativ höher als die kleineren. Vergleicht man ferner ungefähr gleich lange Thiere, die zu verschiedenen Zeiten an demselben Ort erbeutet wurden, so sind die zeitiger gefangenen die höheren. In beiden Fällen sind also die jüngeren Exemplare weniger hoch als die älteren, die bei niedrigerer Temperatur aus dem Ei geschlüpft sind, als die ersteren. Im ersten Jahrgang ist nun der Unterschied in der Höhe ziemlich beträchtlich; drückt man mit Dunker[1]) die

[1]) Dunker. Variation und Verwandtschaft von *Pleuronectes flesus* L. und *Pl. platessa* L. in Wiss. Meeresuntersuchungen. N. F. Bd. 1. Heft 2, pag. 47—104.

Höhe (ohne Rücken- und Bauchflosse) in Prozenten der Gesammtlänge aus, so ergiebt sich eine Schwankung von etwa 36 bis 43%. In späteren Jahrgängen kommen 36 bis 40% am häufigsten vor; höhere Thiere sind in der Kieler Bucht ziemlich selten. Die Höhe nimmt also mit dem Alter ab, und zwar schon im zweiten Jahrgang; in späteren Jahren scheint keine wesentliche Verringerung derselben mehr stattzufinden. Bemerkenswerth ist hierbei wieder, dass die höheren Formen fast regelmässig eine grössere, den ersten Jahrgang anzeigende Schicht des Otolithen besitzen, als die niederen. Diese Thatsache für sich bietet ja kaum ein besonderes Interesse; die Abhängigkeit eines ziemlich variablen Charakters von äusseren Bedingungen scheint aber geeignet, Licht auf die grosse Variabilität so vieler Fische zu werfen.

Die Dauer der Laichzeit eines einzelnen Fisches ist ja nicht genau bekannt, bei älteren Goldbutt mit sehr vielen Eiern wird sie mehr Zeit in Anspruch nehmen, als bei jüngeren. Da nur selten mehr als 25000 Eier gleichzeitig zur Reife gelangen dürften, so ist für Thiere von 250000 Eiern eine Laichzeit von 5 Wochen wahrscheinlich sehr niedrig gegriffen. Die Gesammtlaichzeit der Nachkommen eines Weibchens wird dann im entsprechenden Alter schon um einige Wochen grösser sein, und wenn auch vielleicht nach einer Generation von den Nachkommen noch nicht die ganze Laichperiode der Art für die Eiablage in Anspruch genommen wird, so wird dies doch nach wenigen Generationen der Fall sein. Diejenigen Charaktere nun, die direkt oder indirekt von dem Zeitpunkt der Eiablage beeinflusst werden, müssen sich also auch in ihrer ganzen Ausdehnung nach wenigen Generationen unter den Nachkommen des einen Weibchens finden. Es hängt hiernach die Ausdehnung solcher variabler Charaktere nicht von der Vererbung ab: im vorliegenden Falle muss als erste Veranlassung zur Verschiedenheit der Nachkommen die Lage der Eier an den Falten des Ovariums angesehen werden, von der ja die zeitigere oder spätere Reife der Eier abhängt, während die eigentliche Ursache in äusseren Bedingungen, hier jedenfalls in der Temperatur des Wassers zur Zeit des pelagischen Lebens, zu suchen ist. Natürlich muss die Fähigkeit, sich je nach den die Entwickelung begleitenden Verhältnissen in dieser oder jener Richtung zu entfalten, im Ei selbst liegen. In demselben Sinne spricht sich Petersen aus, der die Grösse von *Pleuronectes platessa* ausschliesslich vom Salzgehalt abhängig macht, gleichviel, ob die Eier von einer grossen oder kleinen Varietät unserer Art herstammen.

Neben der Temperatur können natürlich noch viele andere Verhältnisse, wie der Salzgehalt, die Zusammensetzung des Plankton und seine Menge, Strömungen u. s. w. von Einfluss auf bestimmte variable Charaktere sein, die dann in Gegenden, wo einzelne dieser Verhältnisse während der für die Neubildung günstigen Entwickelungszeit eine gewisse Konstanz aufweisen, ebenfalls beständiger werden und so zur Abtrennung relativ scharf charakterisirter Lokalvarietäten führen. Eigentlich liegt hier aber noch gar keine Veranlassung vor, von Varietäten zu sprechen, da dieselben Formen, allerdings mit mehr oder weniger stark abweichenden gemischt, an anderen Stellen in ununterbrochenen Uebergangsreihen zu anderen „Varietäten" sich finden können und sich, wie das oben ausgeführte Beispiel zeigt, auch thatsächlich finden.

Da sich Goldbutt und auch viele andere Fische, die eine grosse Variabilität einzelner Charaktere besitzen, im Aquarium gut züchten lassen, so darf wohl der Hoffnung Ausdruck gegeben werden, dass durch das Experiment weitere Beweise für die Richtigkeit der Annahme beigebracht werden können, dass ausschliesslich äussere Einflüsse diese Variabilität bedingen, und dass jedes Ei in sich die Fähigkeit zur Entwickelung zu den verschiedenen Extremen besitzt.

Tabelle II über das Gewicht der Otolithen im Einzelnen (zu Seite 245).

Numerirung nach Gewicht und Serie	Gewicht des Fisches g	Länge desselben cm	Mittleres Gewicht beider Otolithen mg	Nummer der Reife (analog d. Nummer der Eablage in der Tabelle p. 238)	Numerirung nach Gewicht und Serie	Gewicht des Fisches g	Länge desselben cm	Mittleres Gewicht beider Otolithen mg	Nummer der Reife (analog d. Nummer der Eablage in der Tabelle p. 238)	Numerirung nach Gewicht und Serie	Gewicht des Fisches g	Länge desselben cm	Mittleres Gewicht beider Otolithen mg	Nummer der Reife (analog d. Nummer der Eablage in der Tabelle p. 238)
1	93,0	23,0	30,0	I	48	160,0	27,5	32,0	I	86	199,5	27,0	35,0	I
2	97,5	23,5	27,0	I	49	161,0	27,5	37,5	I	87	199,5	28,5	32,5	I
	98,0	22,5	21,0	o	50	162,0	26,5	25,5	I	16	199,5	29,0	37,5	II
3	103,0	23,0	27,0	I	51	162,5	28,0	36,5	I	17	200,0	28,0	49,5	II
4	107,0	23,5	23,0	I	52	163,0	26,5	39,0	I	18	200,0	28,0	59,0	II
5	113,5	24,0	32,5	I	3	163,0	27,0	51,0	II	19	201,0	30,0	39,0	II
6	116,0	23,5	30,0	I	4	165,5	27,0	43,5	II	20	201,5	29,0	48,5	II
7	117,0	24,0	29,5	I	53	166,0	27,0	27,0	I	21	202,0	28,0	43,5	II
8	122,0	24,5	24,0	I	54	166,5	27,0	45,0	I	88	202,0	29,0	36,0	I
9	123,5	24,5	30,0	I	5	169,5	27,0	54,5	II	89	202,0	29,5	43,5	I
10	127,0	25,0	32,0	I	55	172,5	27,0	30,5	I	90	202,5	28,5	38,0	I
11	128,0	25,0	36,0	I	56	172,5	28,0	32,5	I	22	203,5	28,5	44,0	II
12	131,0	25,0	31,0	I	6	173,5	27,0	41,5	II	23	204,0	28,5	47,5	II
13	133,0	25,5	32,0	I	57	174,5	27,5	34,5	I	91	204,5	28,5	32,0	I
14	133,5	25,5	40,5	I	58	175,0	27,0	27,5	I	92	204,5	29,5	39,0	I
	134,0	24,5	18,0	o	7	175,0	27,0	41,0	II	24	205,0	29,5	56,5	II
15	134,5	25,0	36,5	I	8	175,0	29,0	41,5	II	93	206,0	29,5	36,5	I
16	135,5	25,0	30,5	I	59	178,0	29,0	31,5	I	94	206,5	27,5	42,0	I
17	139,0	25,0	28,5	I	60	178,5	27,0	37,5	I	95	207,5	29,5	33,0	I
18	139,5	25,0	33,0	I	61	178,5	28,5	37,0	I	25	208,5	30,5	55,5	II
19	139,5	26,0	31,5	I	62	179,0	28,0	36,0	I	26	210,5	28,0	41,0	II
20	139,5	26,0	39,5	I	9	179,0	28,0	39,5	II	27	211,0	29,0	46,0	II
21	140,0	26,0	37,5	I	10	179,0	28,0	51,5	II	28	211,0	29,5	53,5	II
22	142,0	26,0	30,0	I	63	179,5	27,5	39,0	I	96	211,5	29,5	35,5	I
23	142,0	26,0	34,0	I	11	180,0	28,0	43,5	II	29	211,5	29,5	46,5	II
24	144,0	26,0	23,5	I	64	180,0	28,5	36,0	I	30	211,5	29,5	48,5	II
25	144,0	27,0	26,5	I	12	182,0	26,0	41,0	II	97	212,5	28,0	37,0	I
26	145,5	25,5	40,0	I	65	182,0	26,5	18,0	I	31	215,0	28,5	53,0	II
27	146,0	25,5	37,5	I	66	182,0	27,5	29,5	I	32	216,0	29,0	49,5	II
28	149,0	26,5	33,5	I	67	182,0	27,5	37,5	I	33	216,0	30,0	56,5	II
29	149,5	26,5	29,0	I	13	182,5	27,0	47,5	II	34	216,5	30,0	49,0	II
30	149,5	26,5	37,5	I	68	184,0	27,5	26,5	I	35	217,0	29,0	40,5	II
31	150,0	26,5	40,0	I	69	184,0	28,5	35,0	I	98	217,5	30,0	37,5	I
32	150,5	26,0	29,5	I	70	184,5	27,0	39,5	I	36	218,5	28,0	43,5	II
33	151,0	26,0	37,0	I	71	185,0	27,5	32,0	I	37	218,5	28,5	51,0	II
34	151,5	27,0	37,0	I	72	185,5	27,5	51,0	I	38	220,0	29,0	46,0	II
35	153,5	26,0	32,5	I	73	185,5	29,5	37,0	I	99	220,0	29,5	38,0	I
36	154,0	25,5	17,0	I	74	187,0	27,5	39,0	I	100	220,5	28,0	34,5	I
37	154,0	25,5	28,5	I	75	188,5	28,0	33,0	I	101	221,0	29,5	36,0	I
38	154,0	26,0	38,0	I	76	190,0	27,5	32,0	I	39	221,5	32,0	47,5	II
39	154,0	26,5	31,5	I	14	190,0	29,5	48,5	II	102	227,0	30,5	36,5	I
1	155,0	25,5	39,5	II	77	190,5	27,0	33,0	I	40	227,5	29,5	54,5	II
40	155,0	27,0	33,5	I	78	191,0	29,0	32,5	I	103	228,0	29,0	37,0	I
41	157,0	26,0	35,0	I	79	192,5	27,5	41,0	I	104	228,0	30,0	29,0	I
42	157,0	26,0	37,0	I	80	193,0	28,0	41,5	I	1	231,0	31,0	51,0	III
43	158,0	25,5	40,5	I	81	193,5	29,0	39,5	I	105	234,0	30,0	38,5	I
44	158,0	27,0	24,5	I	82	194,0	28,5	38,5	I	41	235,0	29,5	54,0	II
45	159,5	26,0	36,0	I	15	195,0	27,0	57,0	II	106	235,0	30,5	33,0	I
46	160,0	26,5	35,5	I	83	195,0	29,0	30,0	I	42	236,0	29,5	44,0	II
47	160,0	26,5	37,5	I	84	196,0	28,5	39,0	I	107	237,5	29,5	31,5	I
2	160,0	26,5	50,0	II	85	197,0	28,0	39,5	I	43	238,0	30,5	56,0	II

Numerirung nach Gewicht und Serie	Gewicht des Fisches g	Länge desselben cm	Mittleres Gewicht beider Otolithen mg	Nummer der Reife (analog d. Nummer der Eiablage in der Tabelle p. 238)	Numerirung nach Gewicht und Serie	Gewicht des Fisches g	Länge desselben cm	Mittleres Gewicht beider Otolithen mg	Nummer der Reife (analog d. Nummer der Eiablage in der Tabelle p. 238)	Numerirung nach Gewicht und Serie	Gewicht des Fisches g	Länge desselben cm	Mittleres Gewicht beider Otolithen mg	Nummer der Reife (analog d. Nummer der Eiablage in der Tabelle p. 238)
108	242,5	29,5	32,5	I	48	263,0	31,0	70,5	II	111	284,0	33,0	40,5	I
44	246,0	30,0	47,5	II	49	263,5	31,0	53,5	II	54	287,0	32,0	57,5	II
109	253,0	30,0	37,5	I	2	265,0	32,0	81,0	III	55	293,0	32,5	48,0	II
45	254,0	30,5	44,0	II	50	268,0	31,5	42,0	II	56	295,5	32,5	41,0	II
110	254,5	30,5	42,0	I	51	268,0	31,5	49,0	II	57	302,0	33,0	70,0	II
46	258,5	30,0	42,0	II	52	270,0	30,5	53,0	II	58	308,0	35,0	50,0	II
47	260,0	29,5	45,0	II	53	280,0	33,5	36,5	II					

Tafel-Erklärung.

Die Otolithen sind bei durchfallendem Licht in 18facher Vergrösserung gezeichnet. Es sind diejenigen der rechten Seite, von aussen gesehen, in der bei Nr. 1 angegebenen Orientirung.

a, b, c, d. Die 4 Schichten des ersten Jahrganges. Vgl. pag. 242.

I, II, III äussere Grenzlinien der im 1., 2., 3. Jahrgang gebildeten Schichten.

Länge und Fangdatum der betreffenden Fische sind bei:

Fig. 1. 55 mm XI. 97
„ 2. 82 „ 14. IX. 98 (Otolith angeschliffen) } 1. Jahrgang.
„ 3. 120 „ XI. 97
„ 4. 115 „ 24. II. 99 Anfang des 2. Jahrganges.
„ 5. 165 „ 24. II. 99 (Otolith angeschliffen) Anfang des 3. Jahrganges.
„ 6. 235 „ 9 III. 99 Anfang des 4. Jahrganges.

1

2

3

4.

5

6

Otolithen von Pleuronectes platessa.

Bemerkung zu vorstehender Arbeit

von Dr. **V. Hensen.**

Herr Dr. Reibisch musste Kiel verlassen, um an der Bearbeitung der Fänge der deutschen Tiefsee-Expedition theilzunehmen. Es schien uns indessen gerechtfertigt, die Resultate schon jetzt zu veröffentlichen. Es ist nämlich die in der eingeschlagenen Richtung zu leistende Untersuchungsarbeit noch nicht abzugrenzen, und bei der grossen Thätigkeit auf diesem Gebiete der Meeres-Biologie schien es erwünscht, mit den vielen Anregungen, die diese Arbeit bietet, nicht zurückzuhalten.

Ich möchte, von der noch nicht zutreffenden Annahme ausgehend, dass ausreichendes Material für eine gesicherte Basis der Schlussfolgerungen gewonnen worden sei, behufs Anregung ausgedehnterer Untersuchungen, die den verschiedenen zur Beobachtung kommenden Jahrgängen entsprechend etwa 5 bis 6 Jahre konsequent fortgeführt werden müssten, Folgendes ausführen. Aus der Sicherung der Altersbestimmungen, deren Wichtigkeit schon Dr. C. G. Joh. Petersen hervorgehoben hat, würde sich u. A. ein Schluss auf das Jahreswachsthum der Art, der Racen und weil die Fische wohl auch in grossen Kreisen gehen, daher immer wieder auf dieselben Wohnplätze zurückkommen, auf den Nahrungsreichthum der verschiedenen Meeresregionen ziehen lassen. Die von Reibisch auf dem Kieler Fischmarkt entnommenen weiblichen Platessa entstammten alle der Kieler Bucht. Reibisch's Annahme, dass die Weibchen in der Zeit der Eireife an Gewicht nicht erheblich zu- (oder ab-?) nehmen, erscheint wahrscheinlich, so dass alle diese Thiere als gleichzeitig, in Bezug auf ihr Nettogewicht, gefangen, gerechnet werden dürfen. Reibisch hat stets das Gewicht der Ovarien angegeben, dieses Gewicht wird, als durchaus schwankend, abzuziehen sein, um ein vergleichbares Nettogewicht — der Mageninhalt spielt wohl keine erhebliche Rolle — zu erhalten. Ziehe ich also das Gewicht der Ovarien überall ab, so erhalte ich für die Serie I (in das vierte Lebensjahr eintretende Thiere) ein mittleres Gewicht von 242,778 g, eine mittlere Länge von 30,935 cm. Für die II. Serie sind diese Zahlen 395,762 g und 35,462 cm, für die III. Serie 553,92 g und 38,5 cm. Aus diesen Zahlen ergiebt sich, dass die Serie II, die ein Jahr älter ist, als Serie I, 63 % schwerer und 14,6 % länger ist als Serie I, und dass Serie III 39,96 % schwerer und 8,5 % länger als Serie II. Die ältere Serie wächst also relativ langsam, die absolute Gewichtszunahme ist bei ihr 158 g gewesen, bei der jüngeren Serie 152 g, also nahezu gleich. Diese Zunahme könnte in Betracht fallen, wenn es sich darum handeln sollte, eine wissenschaftliche Entscheidung darüber zu treffen, ob es vortheilhaft und geboten sei, die Fische durchschnittlich älter werden zu lassen. Dabei ist zu beachten, dass, wie die Tabellen zeigen, das Alter keineswegs allein maassgebend für die Gewichte ist. Es ist aber ferner zu beachten, dass für die Männchen die Sache anders liegt. Das mittlere Gewicht der ersten Serie beträgt 171,74, der zweiten Serie 219,14 g, das giebt eine Gewichtsvermehrung von 47,4 g oder eine Zunahme von nahe 28 %. Leider ist bei den Männchen das Gewicht des Hodens nicht angegeben, so dass in dieser Richtung die Zahlen nicht so gut sind, wie die der Weibchen; meistens hatten aber wohl die Thiere, die am 8. März in mildem Winter auf dem sog. Scharfgrund in gut 20 m Tiefe auf hartem Grund gefangen waren, ausgelaicht, doch müsste bei späteren Untersuchungen das Hodengewicht wegen seiner Schwankungen angegeben werden.

Wie die Durchsicht der Tabellen I und II ergiebt, ist das Verhältniss von Gewicht und Länge kein konstantes. Ich habe den Versuch gemacht, Länge und Gewicht zu kombiniren, indem mit der Länge in das Gewicht dividirt wird, wodurch man eine Zahl erhält, die das Gewicht für die Längeneinheit, also das Längeneinheitsgewicht, L.-E.-Gewicht, angiebt. Dieser Ausdruck hat folgenden Sinn. Das Gewicht ist gleich dem Volumen mal eine Konstante, die dem spezifischen Gewicht entspricht und hier kaum Bedeutung hat. Das Volumen findet sich aus mittlerer Dicke mal mittlere Breite mal Länge. Dividire ich durch die Länge in das Volumen oder in das Gewicht, so erhalte ich in dem L.-E.-Gewicht einen Ausdruck, der die mittlere Dicke mal die mittlere Breite des Thieres angiebt. Leider ist die mittlere Breite oder Dicke nicht direkt messbar, aber die Kombination beider Maase giebt doch einen Ausdruck für die Körperbeschaffenheit des Individuums, einen Ausdruck, von dem man zunächst erwarten möchte, dass er den Ernährungszustand des Individuums der Altersstufe ausdrücke. Sehen wir uns daraufhin die nachfolgende Tabelle III an. Sie ist geordnet und nummerirt nach dem Wachsen des L.-E.-Gewichts. In dieser giebt die zweite Kolumne die Reihenfolge der Thiere nach dem Gewicht an, um die Verschiebung der Reihenfolge durch den neuen Ausdruck erkennen zu lassen. Die Reihenfolge nach der Länge giebt die dritte Kolumne an, die, wie ersichtlich, recht sehr von den anderen Reihenfolgen abweicht.

Tabelle III des Längen-Einheits-Gewichts von *P. platessa* in den Serien nach der Höhe dieser Zahl geordnet, Gewicht der Weibchen ohne Eierstock, der Männchen mit Hoden.

Weibchen						Weibchen						Weibchen					
Laufende Nr.	Reihennummer nach Gewicht	Reihennummer nach Länge	L.-E.-Gewicht	Division durch die 3te Potenz von L. Gewicht	Division durch die 3te Potenz von L. Reihen-Nr.	Laufende Nr.	Reihennummer nach Gewicht	Reihennummer nach Länge	L.-E.-Gewicht	Division durch die 3te Potenz von L. Gewicht	Division durch die 3te Potenz von L. Reihen-Nr.	Laufende Nr.	Reihennummer nach Gewicht	Reihennummer nach Länge	L.-E.-Gewicht	Division durch die 3te Potenz von L. Gewicht	Division durch die 3te Potenz von L. Reihen-Nr.
	Serie I						Serie II						Serie III				
1	1	1	4,650	0,008073	16	1	1	1	8,797	0,008078	3	1	2	2	12,148	0,010973	6
2	3	6	5,279	0,006278	1	2	4	10	9,664	0,007458	1	2	1	1	12,686	0,009659	4
3	2	3	5,529	0,008543	19	3	3	9	9,741	0,007734	2	3	3	3	13,700	0,009059	2
4	4	5	5,736	0,007316	4	4	2	2	9,973	0,008887	7	5	4	5	14,134	0,009006	1
5	5	4	6,043	0,007708	10	5	5	3	10,400	0,008997	9	4	5	4	16,690	0,009118	3
6	7	7	6,467	0,007185	3	6	6	8	10,803	0,008572	6	6	6	6	17,071	0,009852	5
7	8	17	6,870	0,006708	2	7	7	11	11,056	0,008492	5						
8	6	2	6,918	0,011526	23	8	8	7	11,707	0,009290	10		6 ♀	**Mittel**	14,387	0,00961	
9	9	8	7,426	0,007983	14	9	10	5	12,114	0,009889	11						
10	11	15	7,546	0,007376	5	10	9	4	12,162	0,010213	13						
11	10	11	7,568	0,007875	12	11	12	12	12,270	0,008278	4						
12	14	14	7,781	0,007605	9	12	11	6	12,685	0,010045	12						
13	12	10	7,955	0,007576	8	13	13	13	13,283	0,008961	8						
14	16	20	8,061	0,007402	6												
15	15	12	8,105	0,008168	17		13 ♀	**Mittel**	11,160	0,00884							
16	13	15	8,115	0,008727	20												
17	17	13	8,481	0,008282	18												
18	19	18	8,685	0,008062	15												
19	20	19	8,782	0,008984	22												
20	21	16	9,200	0,007792	11												
21	22	23	10,370	0,007575	7												
22	18	22	10,380	0,007975	13												
23	23	21	11,079	0,008791	21												
	23 ♀	**Mittel**	7,948	0,00785													

Männchen

Laufende Nr.	Reihennummer der Gewichte	Reihennummer der Längen	L.-E.-Gewichte	Otolithen 32—36 mgr im Mittel mgr	zu leicht	zu schwer
	Serie I					
1	— 1	— 1	—4,04	— 30,0	—2	—
2	— 2	— 3	—4,15	— 27,0	—5	—
3	— 3	— 2	—4,48	— 27,0	—5	—
4	— 4	— 4	—4,55	— 23,0	—9	—
5	— 5	— 6	—4,73	— 32,5	—	—
6	— 7	— 5	—4,87	— 29,5	—2,5	—
7	— 6	— 7	—4,91	—30,0	— 2	—
8	— 8	— 8	—4,98	—24,0	—8	—
9	— 9	— 9	—5,06	—30,0	2	—
10	—10	—10	—5,08	—32,0	—	—
11	—11	—11	—5,12	—36,0	—	—
12	—13	—12	—5,21	—32,0	—	—
13	—12	—15	—5,24	—31,0	—1	—
14	—14	—16	—5,24	—40,5	—	—4,5
15	—25	—17	—5,34	—26,5	—5,5	—
16	—20	—18	—5,37	—39,5	—	—3,5
17	—19	—13	— 5,37	—31,5	—0,5	—
18	—15	—14	—5,38	—36,5	—	0,5
19	—21	—26	—5,38	—37,5	—	—1,5
20	—16	—27	—5,42	—30,5	—1,5	—
21	—22	—36	—5,46	—30,0	—2	—
22	—23	—37	—5,46	—34,0	—	—
23	—24	—43	—5,54	— 23,5	8,5	—
24	—17	—19	—5,56	— 28,5	3,5	—
25	—18	—20	—5,58	—33,0	—	—
26	—34	—21	—5,61	—37,0	—	1
27	28	—22	—5,62	—33,5	—	—
28	—29	—23	—5,64	—29,0	3	—
29	—30	—24	—5,64	—37,5	—	1,5
30	—31	—32	—5,66	—40,0	—	4
31	—26	—33	—5,70	—40,0	—	4
32	—27	—35	—5,73	—37,5	—	1,5
33	—40	—38	—5,74	—33,5	—	—
34	—32	—41	—5,79	—29,5	—2,5	—
35	—51	—42	—5,80	—36,5	—	0,5
36	—39	—45	—5,81	—31,5	0,5	—
37	—33	—28	—5,81	—37,0	—	1
38	—48	—29	—5,82	—32,0	—	—
39	—44	—30	—5,85	—24,5	—7,5	—
40	—49	—31	—5,86	—37,5	—	1,5
41	—35	—39	—5,90	—32,5	—	—
42	—38	— 46	—5,93	—38,0	—	2
43	—46	—47	—6,04	—35,5	—	—
44	—47	—50	—6,04	—37,5	—	1,5
45	—36	—52	—6,04	—17,0	15	—
46	—37	—65	—6,04	—28,5	—3,5	—
47	—41	—25	—6,04	—35,0	—	—
48	—42	—34	—6,04	—37,0	—	1
49	—50	—40	—6,11	—25,5	6,5	—
50	—45	—44	—6,14	—36,0	—	—
51	—59	—53	—6,14	—31,5	—0,5	—
52	—52	—54	—6,15	—39,0	—	3
53	—53	—55	—6,15	—27,0	5	—
54	—56	—58	—6,16	—32,5	—	—
55	—54	—60	—6,17	—45,0	—	9
56	—43	—70	—6,20	—40,5	—	4,5
57	—61	—77	—6,26	—37,0	—	1

Männchen

Laufende Nr.	Reihennummer der Gewichte	Reihennummer der Längen	L.-E.-Gewicht	Otolithen 32—36 mgr im Mittel mgr	zu leicht	zu schwer
	Serie I					
58	— 73	— 86	—6,29	—37,0	—	1
59	— 64	— 48	—6,31	—36	—	—
60	— 57	— 49	—6,35	—34,5	—	—
61	— 55	— 57	—6,39	—30,5	1,5	—
62	— 62	— 63	—6,39	—36,0	—	—
63	— 69	— 66	—6,46	—35,0	—	—
64	— 58	— 67	—6,48	—27,5	4,5	—
65	— 63	— 68	—6,53	—39,0	—	3
66	— 78	— 71	—6,59	—32,5	—	—
67	— 60	— 72	—6,61	—37,5	—	1,5
68	— 66	— 74	—6,62	—29,5	2,5	—
69	— 67	— 76	—6,62	—37,5	—	1,5
70	— 81	— 79	—6,67	—39,5	—	3,5
71	— 68	— 94	—6,69	—26,5	5,5	—
72	— 83	— 51	—6,72	—30,0	2	—
73	— 75	— 56	—6,73	—33,0	—	—
74	— 71	— 62	—6,73	—32,0	—	—
75	— 72	— 75	—6,75	—31,0	—1	—
76	— 74	— 80	—6,80	—39,0	—	3
77	— 82	— 85	—6,81	—38,5	—	2,5
78	— 70	— 97	—6,83	—39,5	—	3,5
79	— 89	—100	—6,85	—43,5	—	7,5
80	— 65	— 61	—6,87	—18,0	—14	—
81	— 84	— 64	—6,88	—39,0	—	3
82	— 80	— 69	—6,89	—41,5	—	5,5
83	— 76	— 82	—6,91	—32,0	—	—
84	— 92	— 84	—6,93	—39,0	—	3
85	— 88	— 87	—6,97	—36,0	—	—
86	— 93	— 90	—6,98	—36,5	—	0,5
87	— 79	— 91	—6,99	—41,0	—	5
88	— 87	— 59	—7,00	—32,5	—	—
89	— 85	— 78	—7,04	—39,5	—	3,5
90	— 95	— 81	—7,04	—33,0	—	—
91	— 77	— 83	—7,06	—33,0	—	—
92	— 90	— 88	—7,10	—38,0	—	2
93	— 96	—103	—7,17	—35,5	—	—
94	— 91	— 73	—7,18	—32,0	—	—
95	— 98	— 89	—7,24	—37,5	—	1,5
96	— 86	— 92	—7,39	—35,0	—	—
97	—102	— 93	—7,44	—36,5	—	0,5
98	— 99	— 95	—7,46	—38,0	—	2
99	—101	— 96	—7,50	—36,0	—	—
100	— 94	— 99	—7,51	—42,0	—	6
101	— 97	—101	—7,59	—37,0	—	1
102	—104	—107	—7,60	—29,0	—3	—
103	—106	—108	—7,70	—33,0	—	—
104	—105	— 98	—7,80	—38,5	—	2,5
105	—103	—104	—7,80	—37,0	—	1
106	—100	—105	—7,88	—34,5	—	—
107	—107	—109	—8,05	—31,5	0,5	—
108	—108	—102	—8,22	—32,5	—	—
109	—110	—106	—8,35	—42,0	—	6
110	—109	—110	—8,43	—37,5	—	1,5
111	—111	—111	—8,61	—40,5	—	4,5
	111 ♂		Mittel 6,34	33 normal 78 abweichend.	136,5	123

Männchen							Männchen						
Laufende Nr.	Reihennummer der Gewichte	Reihennummer der Längen	L.-E.-Gewichte	Otolithen 46—51 mgr im Mittel mgr	zu leicht	zu schwer	Laufende Nr.	Reihennummer der Gewichte	Reihennummer der Längen	L.-E.-Gewichte	Otolithen 46—51 mgr im Mittel mgr	zu leicht	zu schwer
	Serie II							Serie II					
1	— 8	— 1	—6,03	—41,5	—4,5	—	32	—27	—28	—7,28	—46,0	—	—
2	— 2	—12	—6,04	—50,0	—	—	33	—32	—29	—7,45	—49,5	—	—
3	— 3	— 2	—6,04	—51,0	—	—	34	—35	—30	—7,48	—40,5	5,5	—
4	— 1	— 3	—6,08	—39,5	—6,5	—	35	—26	—40	—7,52	—41,0	5	—
5	— 4	— 4	—6,13	—43,5	—2,5	—	36	—31	—41	—7,55	—53,0	—	2
6	— 5	— 5	—6,28	—54,5	—	3,5	37	—38	—42	—7,59	—46,0	—	—
7	— 9	— 6	—6,40	—39,5	—6,5	—	38	—37	—47	—7,67	—51,0	—	—
8	—10	— 7	—6,40	—51,5	—	0,5	39	—40	—19	—7,71	—54,5	—	3,5
9	—11	—13	—6,43	—43,5	—2,5	—	40	—36	—33	—7,80	—43,5	2,5	—
10	— 6	—15	—6,43	—41,5	—4,5	—	41	—43	—34	—7,80	—56,0	—	5
11	—14	— 9	—6,44	—48,5	—	—	42	—41	—44	—7,97	—54,0	—	3
12	— 7	—10	—6,48	—41,0	—5,0	—	43	—42	—46	—8,00	—44,0	—2	—
13	—19	—11	—6,70	—39,0	—7,0	—	44	—44	—25	—8,20	—47,5	—	—
14	—13	—17	—6,76	—47,5	—	—	45	—45	—43	—8,33	—44,0	2	—
15	—25	—18	—6,84	—55,5	—	4,5	46	—53	—45	—8,36	—36,5	9,5	—
16	—16	—21	—6,88	—35,5	—10,5	—	47	—48	—52	—8,48	—70,5	—	19,5
17	—39	—26	—6,92	—47,5	—	—	48	—49	—48	—8,50	—53,5	—	2,5
18	—24	—36	—6,95	—56,5	—	5,5	49	—50	—49	—8,51	—42,0	4	—
19	—20	—22	—6,95	—48,5	—	—	50	—51	—50	—8,51	—49,0	—	—
20	—11	—23	—7,00	—41,0	—5	—	51	—46	—51	—8,62	—42,0	4	—
21	—22	—31	—7,14	—40,0	—6	—	52	—58	—39	—8,80	—50,0	—	—
22	—17	—37	—7,14	—49,5	—	—	53	—47	—54	—8,82	—45,0	1	—
23	—18	— 8	—7,14	—59,0	—	8	54	—52	—55	—8,85	—53,0	—	2
24	—28	—16	—7,15	—53,5	—	2,5	55	—54	—56	—8,97	—57,5	—	6,5
25	—23	—20	—7,16	—47,5	—	—	56	—55	—57	—9,07	—48,0	—	—
26	—29	—27	—7,17	—46,5	—	—	57	—56	—53	—9,09	—41,0	5	—
27	—30	—32	—7,17	—48,5	—	—	58	—57	—58	—9,15	—70,0	—	19
28	—33	—35	—7,20	—56,5	—	5,5							
29	—21	—38	—7,21	—43,5	—2,5	—		58 ♂	**Mittel**	**7,476**	19 normal 39 abweichend.	103,5	99,0
30	—34	—14	—7,22	—49,0	—	—							
31	—15	—24	—7,22	—57,0	—	6							

Betrachtet man die vorstehende Tabelle, so ergiebt sich sofort, dass das L.-E.-Gewicht denn doch kein bequemes direktes Maass für den Ernährungszustand der verschiedenen Individuen der Altersgruppe darbietet. Das Maass macht, das sp. G. gleich I gesetzt, die mittlere Querschnittfläche der Thiere in ccm kenntlich. Da diese bei grösseren Individuen grösser sein muss, als bei weniger gross gewordenen, giebt das L.-E -Gewicht zunächst ein Kennzeichen für das Alter ab. Das Mittel für die laichreifen Weibchen beträgt für die dreijährigen 7,948 ccm, für die vierjährigen ist es 40,4% höher, für die fünfjährigen wiederum 28,9% höher. Die mittlere Länge steigt also, vergl. S. 249, etwas weniger rasch als der mittlere Querschnitt.

Nach den bis jetzt vorliegenden Resultaten scheiden sich die Serien völlig in Bezug auf die mittleren Gewichte der Serien, kein laichreifes Weibchen der einen Serie erreicht das mittlere Gewicht der anderen. Man kann danach, wie es scheint, die Fische eines entsprechenden Fangs so gruppiren, dass alle Weibchen von einem Netto-Gewicht von weniger als 243 g der III. und II. Serie nicht angehören können, alle Weibchen, die schwerer sind als 554 g der III. oder einer höheren Serie angehören müssen, und das Weibchen, die leichter sind als 396 g, der II. Serie nicht angehören können. In Bezug auf das L.-E.-Gewicht liegt die Sache ebenso. Kein Weibchen der einen Serie überschreitet das Mittelgewicht der anderen Serie. Auch bei dieser Rechnung restirt eine grosse Anzahl von Thieren, deren Alter erst durch die Untersuchung der Otolithen zu bestimmen sein würde.

Das L.-E.-Gewicht der Männchen ist im Mittel beträchtlich niedriger. Das ist zunächst ein Ausdruck für die grössere Kleinheit gleichaltriger Männchen, die ja übrigens schon Tabelle II nachweist. Die Trennung

der Altersgruppen scheint hier indessen viel weniger scharf zu sein. Nicht nur findet sich in manchen Fällen ein gleiches L.-E.-Gewicht wie bei Weibchen, es finden sich auch unter den 111 Thieren der Serie I 13 Stück, die über das Mittel der Serie II hinüber gehen, ebenso von 58 Thieren der Serie II 6 Stück, die unter das Mittel der I. Serie gehen. Die Zahlen sind übrigens alle etwas zu hoch und wenig gleichmässig, weil das wechselnde Gewicht der Hoden mit aufgenommen werden musste.

Die Güte der Ernährung, über die aus weiterhin mitgetheilten Gründen eine Ermittelung erwünscht war, lässt sich in den einzelnen Serien aus den Reihennummern entnehmen. Wo die Zahlen für Gewicht und Länge die gleichen sind, darf wohl der Ernährungszustand als normal, der Querschnitt für die betreffende Länge als typisch betrachtet werden. Der Fall trifft ziemlich häufig ein, so auch namentlich in der Serie I der Männchen. Ein schlechter Ernährungszustand würde bei hoher Längen- und niedriger Gewichtsnummer zu erschliessen sein und umgekehrt. Die Breite der Variation ist bei den I. Serien sehr viel bedeutender als bei den älteren Thieren.

Auf den Vorschlag von Reibisch habe ich noch die Weibchen auf ein einheitliches Volumen reducirt, indem ich mit der dritten Potenz der Länge dividirte. Man hätte erwarten sollen, dass hierbei die Altersunterschiede zurücktreten müssten, das ist indessen nicht ganz erreicht. Die Mittelzahlen wachsen von der I. zur II. Serie um 13, von der II. zur III. Serie um 9%, also nahe wie die Längen. Die Reihennummer auf der rechten Seite giebt die Reihenfolge an, die jetzt die mittleren Querschnitte ihrer Grösse nach haben. Wie zu erwarten war, richtet sich die Ordnung vorzugsweise nach der Länge, doch scheint diese, die ja nicht sehr genau verzeichnet wurde, neben dem Alter nicht das allein maasgebende zu sein. Ein Vortheil der Rechnung wird nicht ersichtlich, aber es legt sich nahe, die Nordsee-Schollen mit den so gewonnenen Zahlen zu vergleichen, weil auch von diesen das Alter bestimmt wurde. Die Serie I der gewöhnlichen Schollen ergiebt einen reducirten Querschnitt von 0,0091 und 929, die Serie II von 0,0103; die kleinere Race Serie I von 0,0081 und 89, Serie II von 0,00665. Diese Zahlen weichen stark und z. Th. auffallend ab, aber es sind zu wenig Exemplare untersucht, um des Verhaltens irgend sicher zu sein.

Es zeigt sich, dass noch eine weitere Dimension hätte bestimmt werden müssen. Eine einfache Bestimmung der grössten Breite, ohne Rückenflossen, würde zwar ein Breiten-Einheits-Gewicht ergeben, und in sofern den Einblick in den Typus des Aufbaus der Thiere erweitern, aber doch nicht weit führen. Wir konnten übrigens nicht wissen, dass aus der Zählung der Eier schliesslich solche Forderungen erwachsen würden. Es lässt sich gerade bei den Plattfischen mit Hülfe der Photographie und des Planimeters oder von Wägung des Papiers, die Fläche des Thieres finden, damit dann auch deren mittlere Breite und Dicke. Die Bestimmung des Volumens wird sich in geeigneten Gefässen wohl unschwer ausführen lassen.

Diese Untersuchung habe ich durchführen müssen, um zu erkennen, was weiter zu geschehen habe. Ich veröffentliche sie, weil für Untersuchungen an anderen Orten solchen Plattfischen, welche hier nicht zur Verfügung stehen, die Darlegung der entstehenden Anforderungen erwünscht sein dürfte.

Der Grund, wesshalb ich die Tabelle III gebildet habe, war der Wunsch, über die Beziehungen der Otolithengewichte zu dem Ernährungszustand der Thiere Aufschluss zu gewinnen, weil es sehr bequem wäre, wenn man aus dem Gewicht der Otolithen im Verein von Länge und Gewicht des Fisches das Alter bestimmen könnte. Das mittlere Gewicht der Otolithen in den beiden Serien beträgt 34 und 48,5 mg. Nun darf wohl angenommen werden, dass der Otholith bei einem zwei Monate älteren oder jüngeren Fisch normal entsprechend leichter oder schwerer sein wird. Daraus berechnet sich, dass, bei normaler Entwicklung, der Otolith der Serie I zwischen 32 bis 36, der Otolith der Serie II zwischen 46 bis 51 mg wiegen darf. Was darüber oder darunter ist, müsste auf besonderen Umständen beruhen. Ich habe dementsprechend das Verhalten der Otolithen in Tabelle III verfolgt, so dass zu ersehen ist, wo die Gewichte das mittlere Maass überschreiten. Es ergiebt sich, dass die Ueberschreitungen nach unten in den ersten, die Ueberschreitungen nach oben in den letzten Dritteln der Serien etwas häufiger vorkommen und entsprechend in Summa grösser sind. Dies war zu erwarten.

Es ergiebt sich auch wohl eine gewisse Abhängigkeit von dem Ernährungszustand, aber das verschiedene Gewicht der Hoden stört wahrscheinlich das Erkennen dieser Abhängigkeit. Es kommen aber häufig bedeutende Abweichungen des Gewichts vor, die auf diese Weise eine Erklärung nicht finden lassen. Das Gewicht der Otolithen variirt stärker als die L.-E.-Gewichte thun, namentlich in der Serie II. Ich komme daher zu dem Schluss, dass bei dem Wachsthum der Otolithen noch mächtig wirkende Verhältnisse sonstiger Art eingreifen müssen, deren Natur zur Zeit noch unbekannt ist.

Druck von Schmidt & Klaunig in Kiel.

NORTHEAST
LIBRARY BINDERY CO., INC.
APR 1981
MEDFORD, MASS.

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 03010